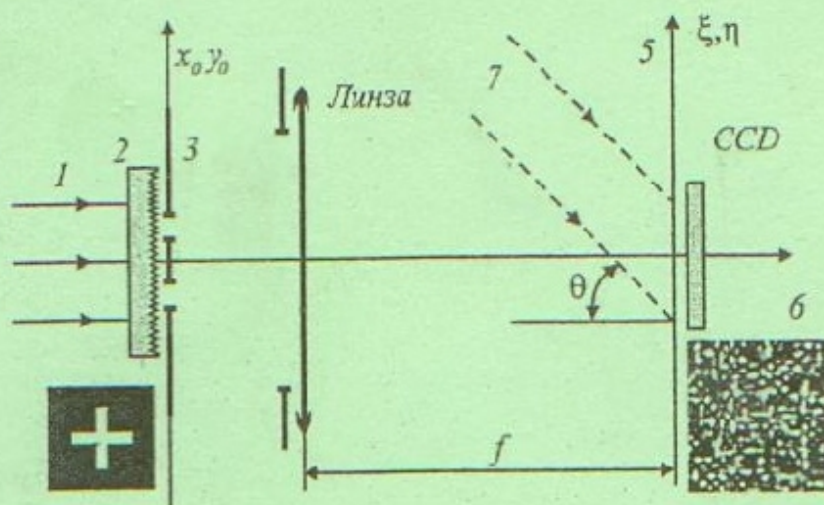


ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕЦИЗИОННОЙ МЕХАНИКИ И УПРАВЛЕНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Материалы Международной конференции



2007

НЕКОТОРЫЕ КОНЦЕПЦИИ И АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СКОРОСТНЫХ СУДОВ

Фундаментальные и прикладные исследования Центрального конструкторского бюро по судам на подводных крыльях имени Р.Е. Алексеева привели к созданию новых классов высокоскоростных судов на аэродинамических принципах поддержания со скоростями движения до 130 км/ч. Появление этих судов значительно повысило энергетику взаимодействия судна с внешней средой, расширило частотный спектр возмущений в сторону высоких частот и приблизило время, отводимое на адекватную ответную реакцию человека к его физическим возможностям. Управление быстро движущимися объектами, подверженными случайным ветроволновым воздействиям, требует привлечения вероятностных методов синтеза законов управления и статистических оценок параметров управляемого движения, а также затрат органов управления и их влияния на ресурсы силовых приводов и крыльевых систем судна.

Формирование сложных управляющих воздействий на большом удалении от рубки, которое для скоростных судов связано с необходимостью изменения алгоритмов управления в зависимости от параметров движения, приводит к применению электродистанционных систем управления (ЭДСУ). При этом требуются отказобезопасные системы, которые в течение длительного времени способны обеспечить необходимые условия безопасности и комфорта для пассажиров и экипажа во всех эксплуатационных режимах судна, что не может быть достигнуто без иерархии режимов по степени автоматизации управляющих функций.

Существенным фактором, оказывающим влияние на архитектуру систем управления движением скоростных судов, являются также требования к коммуникационным интерфейсам между взаимодействующими системами, а также между человеком и машиной. Необходимо обеспечить информационную совместимость с современными внешними системами в соответствии с международными стандартами IEC1162-1 и NMEA-0183, а наличие встроенных систем ЭДСУ требует применения внутренних цифровых помехоустойчивых последовательных каналов связи типа ARINC429, RS-485, CAN или MIL1553B. Кроме того, современные системы управления скоростными судами должны быть оборудованы телеметрическими каналами связи со средствами контрольно-записывающей аппаратуры на базе стандартных ПЭВМ.

Дружественный человеко-машинный интерфейс предполагает использование в системе управления клавиатур с кнопками для разовых команд

прямого действия, ярких и контрастных дисплеев с цифро-знаковой и графической индикацией, а также развитых систем выдачи аудиоинформации.

Учёт вышеперечисленных факторов, а также стремление к безусловному выполнению всех требований Российского морского регистра судоходства привели к созданию в НПП "Анфас" базового варианта архитектуры интегрированной системы управления движением скоростных судов в виде распределенной резервированной многомашинной системы с двухканальными приводами по каждому управляющему органу судна.

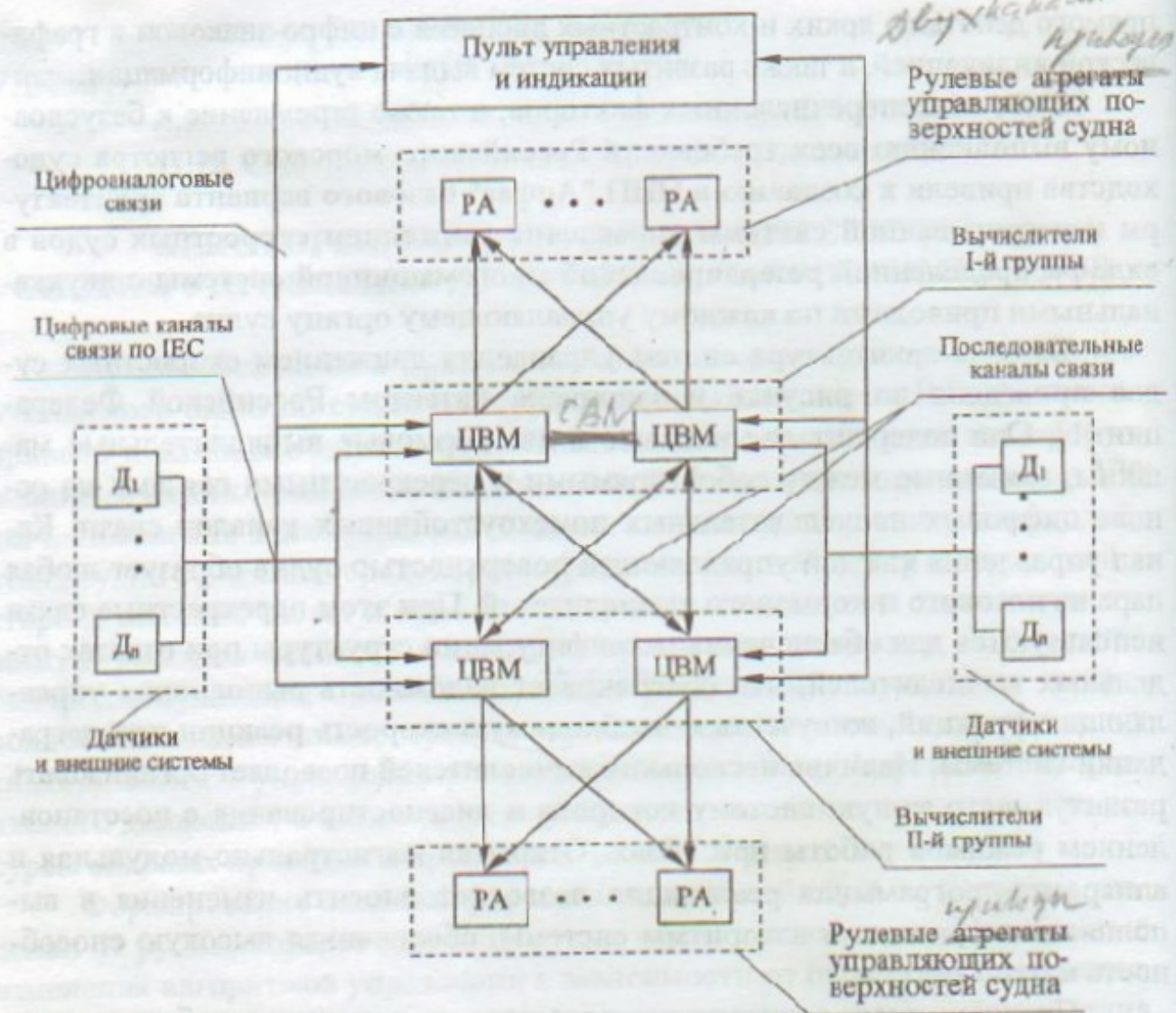
Базовая архитектура систем управления движением скоростных судов приведена на рисунке и защищена патентом Российской Федерации [1]. Она содержит две носовые и две кормовые вычислительные машины, связанные между собой прямыми и перекрестными связями на основе цифровых последовательных помехоустойчивых каналов связи. Канал управления каждой управляющей поверхностью судна образует любая пара из носового и кормового вычислителей. При этом перекрестные связи используются для обеспечения реконфигурации структуры при отказах отдельных вычислителей, что обеспечивает надёжность выполнения управляющих функций, живучесть и необходимую скорость реакции при деградации системы. Наличие нескольких вычислителей позволяет организовать развитую встроенную систему контроля и диагностирования с восстановлением режимов работы при сбоях. Открытая магистрально-модульная и аппаратно-программная реализация позволяет вносить изменения в выполняемые функции и алгоритмы системы, обеспечивая высокую способность к развитию.

Предложенная архитектура положена в основу разрабатываемых систем управления движения пассажирских судов на подводных крыльях "Шторм-М" (СПК "Колхида", "Олимпия", "Циклон-М"), "Агат-МО" (СПК "Олимпия" проектов 146ДЗ, 146ТН), "Шторм-МО" (высокоскоростные суда без ограничений), технические проекты которых одобрены Морским регистром судоходства Российской Федерации.

Рассмотренная архитектура реализована в авторулевом "Агат-М", который прошёл все виды испытаний, включая государственные, на скоростных судах типа "Меркурий" и "Сокжой" и сертифицирован Регистром.

Эксплуатация авторулевых "Агат-М" на судах таможенной и пограничной служб РФ в Черном, Каспийском, Балтийском, Азовском морях и в морях Тихоокеанского бассейна подтвердила правильность выбранных при проектировании концепций и показала эффективность подобных структур в системах управления скоростных судов. Ниже представлены основные технические характеристики авторулевого "Агат-М".

Авторулевой АР "Агат-М" имеет несколько вариантов исполнения и представляет собой двухканальную 4-машинную распределенную резервированную цифровую систему управления с двухканальными электрогидравлическими приводами.



Базовая архитектура систем управления движением скоростных судов

Состав системы. Электронные блоки: блок управления БУ-М, блок управления кормовой БУК-М, панель управления и индикации ПУИ-М, резервный пульт управления РПУ-М. Электромеханические блоки: датчик положения штурвала ДПШ, электрогидравлический рулевой агрегат РА-3.

Основные характеристики системы:

- масса - 190 кг (с одним рулевым агрегатом);
- мощность управления - 2,2 кВт;
- потребляемая мощность - 250 Вт от бортсети постоянного тока 27 В;
- время непрерывной работы - 150 ч;
- вероятность безотказного выполнения функций управления курсом - не менее 0,995 за 10 ч;
- точность стабилизации курса $\sigma \leq 1^\circ$;
- базовый вычислитель - встраиваемая отечественная ЦВМ80 или специализированный вычислитель на микроконтроллерах;
- интерфейсы связи с внешними системами: IЕС1162-1 (NMEA-0183);

– связи между блоками авторулевого – по ARINC 429, RS-422 или CAN.

Режимы работы (по степени автоматизации управляющих функций):

- автоматический по траектории по данным спутниковой системы навигации и электронной картографической системы или видеопроекторчика;
- автоматический по курсу по данным от гирокомпаса;
- штурвальный следящий;
- кнопочный следящий – от кнопок на ПУИ-М;
- ручной дистанционный (неследящий) – от кнопок на штурвале;
- дистанционный гидравлический – от ручного гидронасоса.

Отличительные особенности системы:

- для безопасного движения на высоких скоростях автоматическое ограничение переключений руля в зависимости от параметров движения судна по траектории;
- для облегчения управления в штурвальном режиме автоматическое масштабирование углового положения штурвала около нулевого положения и в зависимости от скорости движения;
- дополнительный канал резервной индикации положения рулей;
- встроенная система функционального и тестового контроля с механизмами квитирования отказов, восстановления машинных вычислителей после сбоя в прерванный режим управления, развитой системой звуковой сигнализации и реконфигурации структуры при отказах;
- контроль и индикация информационных потоков от взаимодействующих систем, учёт времени наработки и телеметрические каналы связи на персональный компьютер;
- впервые реализованная встроенная диагностика до уровня конкретных модулей с возможностью выявления сбойных ситуаций.

Авторулевой защищен патентом РФ, имеет сертификат Российского морского регистра судоходства, с 1996 г., поставляется на КВК "Меркурий" и "Сокжой", соответствует требованиям Международной морской организации (ИМО) к высокоскоростным судам.

Библиографический список

1. Патент РФ на изобретение № 2085430, МКИ В63 В 1/28. Система автоматического управления скоростным судном / С.П. Баньковский, В.М. Капитонов, С.В. Петров, О.И. Сидоренко. 95114085. Заявл. 8.08.1995; Оpubл. 27.07.1997; Бюл. №21.