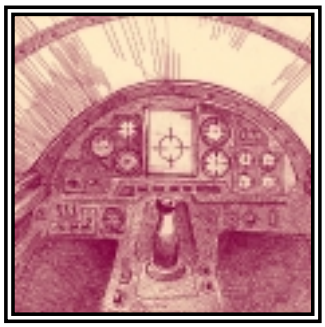

Система управления дизелями М533 для судна на воздушной каверне «Меркурий»

Александр Лебедев, Сергей Сафонов, Александр Касаткин, Валерий Серёгин

Представлены структура и основные характеристики автоматизированной микропроцессорной системы контроля и управления дизельными двигателями для судов на воздушной каверне. Обоснованы возможности применения системы на других типах судов.

Введение

В соответствии с требованиями Регистра Морского судоходства в настоящее время все современные суда должны оснащаться системами автоматизации технических средств. При этом определилась общая тенденция автоматизации судов на основе микропроцессорных вычислительных средств. Все строящиеся суда мирового транспортного флота оснащаются бортовыми управляющими вычислительными машинами и микропроцессорными системами, автоматизирующими отдельные судовые технические средства или их комплексы.

В системах управления судовыми установками и механизмами микропроцессорные системы используются для контроля их работы и оптимизации режимов, в том числе подачи топлива, воздуха, воды и смазочных материалов. Эти системы постоянно следят за состоянием процессов во всех основных устройствах энергетического комплекса, анализируют тенденции в изменении значений интересующих величин и дают рекомендации о предупредительных действиях или включают сигналы опасности, если какие-то показатели рабочих процессов вышли за пределы допустимых значений.

Машинное отделение является наиболее ответственным и сложным комплексом, обеспечивающим движение судна и работу всех судовых систем и механизмов. Условия работы членов экипажа в машинном отделении неблагоприятные (шум, вибрация, повышенные температура и влажность и т.д.), поэтому стремятся к безвахтенному обслуживанию систем и механизмов, предполагающему установку автоматических дистанционных систем управления и контроля, причем управление работой главных двигателей обязательно осуществляется с ходового мостика.

Комплексные системы безвахтенного обслуживания являются, как правило, комбинированными (электрические, гидравлические), в которых, благодаря широкому использованию современной электроники, обеспечивается высокая надежность и простота конструирования. Такая система имеет один или несколько пультов управления, аварийную сигнализацию, электронный регулятор частоты вращения, необходимые датчики и т.п. Специальные процедуры (программы) пуска и остановки главных двигателей позволяют минимизировать расход топлива, уменьшить механические и термические нагрузки и износ оборудования. Как правило, все системы безвахтенного обслуживания предохраняют главные двигатели от перегрузок при пуске вхолостую и при работе под нагрузкой.



Рис. 1. Катер на воздушной каверне «Меркурий»

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

Системы автоматизации машинного отделения, как правило, имеют двухуровневую структуру.

На верхнем уровне, расположенном на ходовом мостике, автоматизируются функции контроля и регулирования основных рабочих величин. Прежде всего это централизация контроля величин, диагностирование и прогнозирование состояния оборудования, интегральная оценка работы энергетической установки и оперативное управление главными двигателями путем воздействия на устройства нижнего уровня.

На нижнем уровне осуществляются функции управления, контроля состояния и аварийно-предупредительной сигнализации о неисправностях механического и электрического оборудования машинного отделения. К задачам, решаемым на нижнем уровне, относятся:

- контроль состояния и сигнализация о неисправностях главных двигателей;
- формирование управляющего сигнала для защиты главных двигателей путем снижения частоты вращения или остановки при неисправности;
- автоматическое управление системами главных двигателей с включением резервных насосов;
- управление судовой электроэнергетической установкой (генераторами и электросетями);
- регистрация команд при маневрировании; автоматическое восстановление режима работы судовой энергетической установки после обесточивания главного распределительного щита;
- регистрация температуры грузов через заданные промежутки времени;
- выдача информации о значениях контролируемых величин силовой энергетической установки и грузовой установки по требованию оператора;
- контроль состояния членов экипажа в машинном отделении и грузовых помещениях при одиночном несении ими вахты или выполнении работы.

В настоящей статье представлена автоматизированная микропроцессорная система «АРГУС-Д», разработанная на основе аппаратно-программных средств фирмы Octagon Systems.

Назначение и область применения

Система «АРГУС-Д» предназначена для защиты, управления режимом и реверсом двух главных двигателей — дизелей типа М533, контроля и аварийно-предупредительной сигнализации главных двигателей и систем, обеспечивающих их работу для судна на воздушной каверне «Меркурий» (рис. 1).

В существующих системах управления судовыми дизелями используется пневматическая система типа «Нептун» (ДАУР). При использовании системы «Нептун» для управления двумя дизелями необходимо применение 10 типов изделий в двойном количестве суммарной массой 66,2 кг. Система «АРГУС-Д» состоит из 9 изделий суммарной массой не более 80 кг, обеспечивая при этом целый ряд преимуществ.

Бортовая автоматизированная система контроля и управления «АРГУС-Д» для судна на воздушной подушке «Меркурий» с двигателями М533

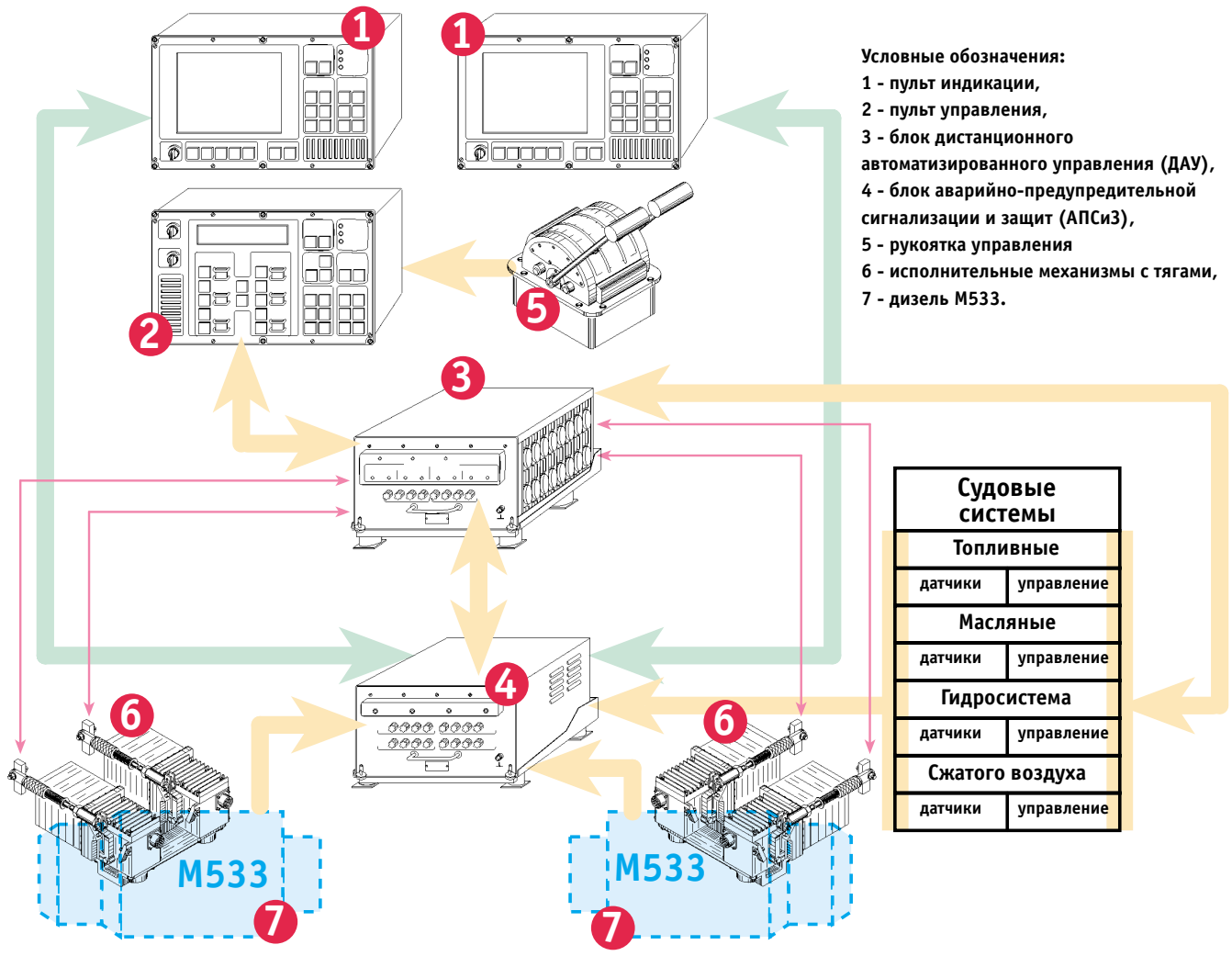

Рис. 2. Структурная схема системы «АРГУС-Д»

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

Преимущества системы

- Не требуется источник сжатого воздуха;
- в состав системы «Аргус-Д» входит подсистема аварийно-предупредительной сигнализации с устройствами индикации, выполненными на основе цветных электролюминесцентных дисплеев с повышенной яркостью фирмы Planar;
- поддерживаются функции управления дизель-генераторами и некоторыми системами, обслуживающими главные двигатели;
- удаление от пультов управления до блоков в машинном отделении может составлять 1,5 км, т.е. практически ограничения по расстоянию отсутствуют;
- система имеет возможность включения в общесудовую информационную сеть, так как использует стандартные каналы связи для компьютерных систем;
- отсутствие стрелочных приборов и множества сигнальных табло делает работу с системой более эффективной и приятной, снижает загрузку оператора;
- система «АРГУС-Д» соответствует современному мировому техническому уровню, чем повышает конкурентоспособность судна в целом;
- «АРГУС-Д» обеспечивает объективную оценку выработки ресурса двигателей;
- высокая ремонтопригодность, снижение затрат от простоев судна и высокая регулярность рейсов за счет
  а) высокой надежности (наработка на отказ не менее 5000 часов при назначенном сроке службы не менее 25 лет),
  б) высокой контролепригодности с глубиной контроля до конструктивно-съемного агрегата,
  в) наличия постоянного резидентного тестирования каналов измерения в процессе работы и др.

Основные функции системы

Система «АРГУС-Д» выполняет следующие основные функции:

- прием входных сигналов от датчиков и сигнализаторов главных двигателей и систем, преобразование информации в соответствии с алгоритмом управления и контроля;
- управление режимами и реверсом двух главных двигателей типа М533;
- управление дизель-генераторами типа ДГР-75/1500;
- управление техническими системами судна: топливной, масляной, гидросистемой, сжатого воздуха;
- аварийно-предупредительная сигнализация по параметрам дизелей, дизель-генераторов и технических систем судна: масляная, воздушная, охлаждения и гидравлическая;
- отображение на дисплее в буквенно-цифровом и графическом виде информации о состоянии и работе судовых установок;
- тестирование каналов измерений, а также встроенный автоконтроль работоспособности системы;
- оценка выработки ресурса дизелей.

Структура системы

На рис. 2 приведена структурная схема системы.

В основу системы «АРГУС-Д» положены принципы создания распределенных интегрированных систем управления, сбора и обработки информации с последовательными каналами обмена информацией, построенных на базе микропроцессорных программно-аппаратных средств.

Распределенные системы управления с последовательными каналами обмена информацией обладают гибкой структурой, обеспечивающей интеграцию управления сложными комплексами, состоящими из большого количества различного по назначению оборудования.

Важными эксплуатационными показателями распределенных систем являются живучесть и функциональная расширяемость. Основные технические характеристики системы представлены в табл. 1.

Система «АРГУС-Д» включает в себя следующие независимые подсистемы:

- дистанционного автоматизированного управления режимами и реверсом двух главных двигателей и судовых систем (подсистема ДАУ);
- контроля и аварийно-предупредительной сигнализации систем, обеспечивающих работу главных двигателей (подсистема АПС);
- защиты главных двигателей (подсистема З).

Деление системы на указанные подсистемы обусловлено необходимостью независимости систем ДАУ, АПС и З согласно требованиям к устройствам автоматизации, установленным Правилами Регистра.

Подсистема ДАУ (рис. 3) включает в себя:

- рукоятку управления режимом и реверсом,
- пульт управления со встроенным источником питания,
- электронный блок ДАУ со встроенным источником питания,
- исполнительные механизмы управления режимами и реверсом дизелей.

Подсистема АПС включает в себя:

- электронный блок АПС со встроенным источником питания,
- пульт индикации со встроенным источником питания.

Подсистема З (защиты) включает в себя блок защиты (конструктивно находящийся в блоке АПС и З), имеющий отдельный источник питания и формирующий управляющий сигнал на экстренный останов дизеля при определении аварийной ситуации.

Подсистемы работают автономно. Информационная связь между пультами управления и блоком ДАУ в подсистеме ДАУ и между пультами индикации и блоком АПС в подсистеме АПС осуществляется по последовательным каналам обмена информацией типа RS-485 и для резервирования дополнительно по каналу RS-232C, что существенно упрощает кабельный монтаж системы «АРГУС-Д» в целом.

Электропитание системы осуществляется от основного фидера =27 В и фидера резервного питания =24 В.

Блоки системы имеют встроенные источники вторичного электропитания, обеспечивая индикацию наличия напряжения на основном и резервном фидере, а также индикацию исправности источников.

Технические средства «АРГУС-Д» устанавливаются на посту управления в ходовой рубке и в машинном отделении.

На посту управления в ходовой рубке расположены два пульта индикации, пульт

Таблица 1. Основные технические характеристики АСУ судовыми установками «АРГУС-Д»

Количество входных информационных сигналов	116
в том числе аналоговых	30
в том числе дискретных	86
Количество выходных командных сигналов	48
Базовая микроЭВМ	MicroPC
Время готовности системы к работе	5 мин.
Время непрерывной работы	не ограничено
Масса не более	80 кг
Энергопотребление	не более 800 Вт
Показатели надежности:	
наработка на отказ	не менее 5000 час.
назначенный срок службы	не менее 25 лет
срок службы до первого капитального ремонта	не менее 7 лет
гарантированный срок эксплуатации	1 год

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

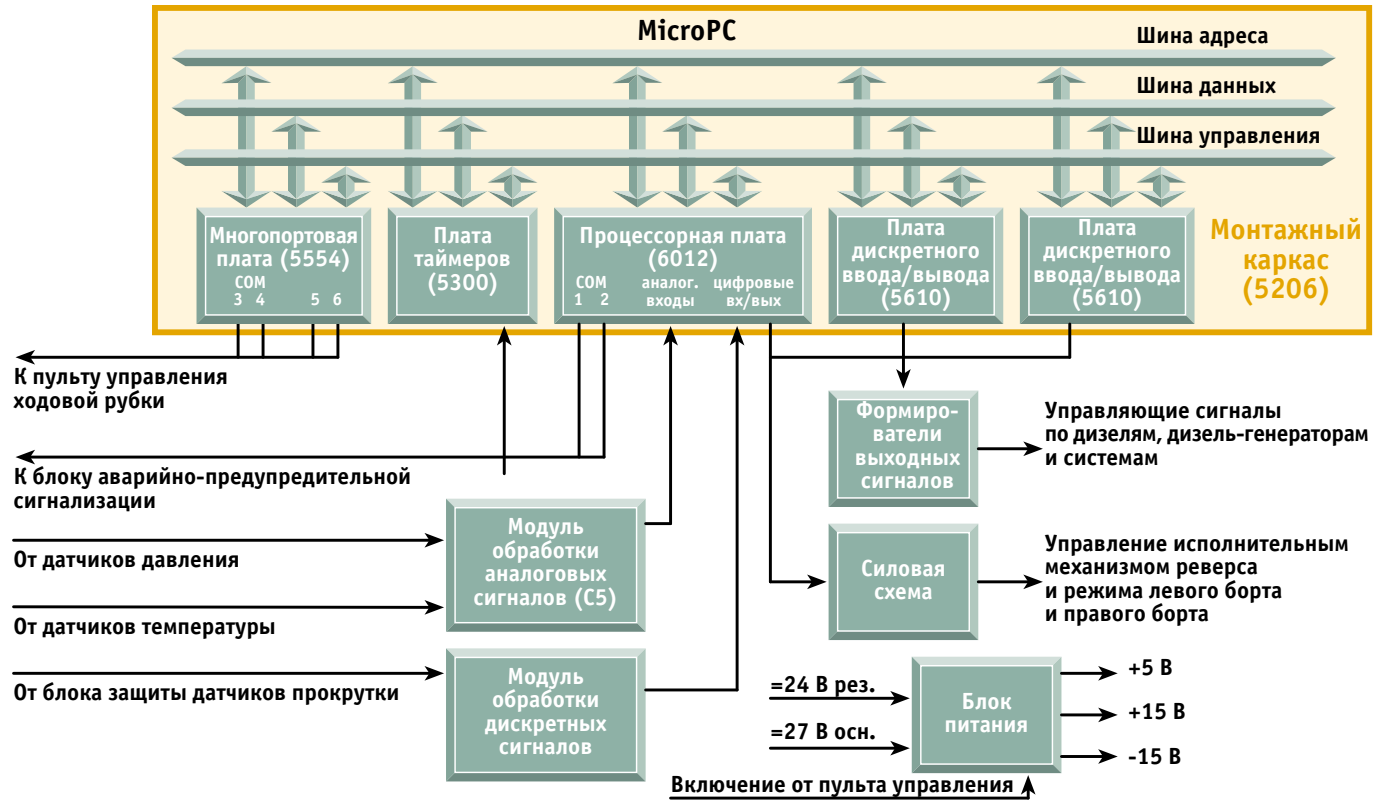

Рис. 3. Структурная схема подсистемы дистанционного автоматического управления (ДАУ)

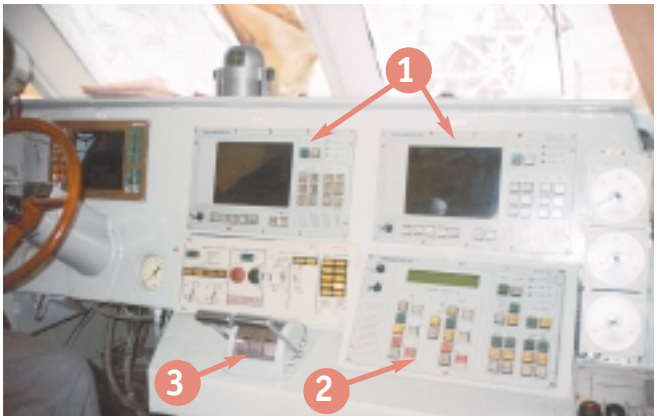

Рис. 4. Ходовая рубка катера «Меркурий»:
1 — пульт индикации
2 — пульт управления
3 — рукоятка управления



Рис. 6. Машинное отделение. Блок аварийно-предупредительной сигнализации и защиты (АПСиЗ)



Рис. 5. Машинное отделение. Блок дистанционного автоматизированного управления



Рис. 7. Машинное отделение. Исполнительные механизмы режима и реверса на дизеле

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru



Рис. 8. Кадр функционирования гидросистемы

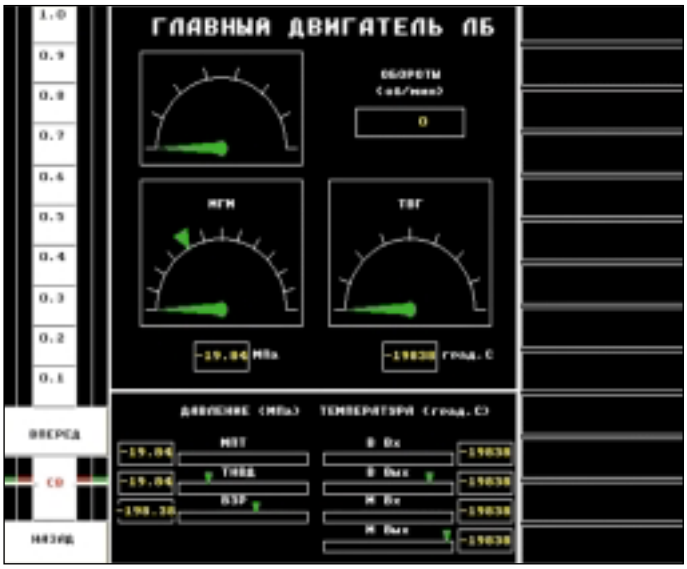

Рис. 9. Кадр параметров главного двигателя

управления, рукоятка управления режимом и реверсом двух дизелей (рис. 4).

В машинном отделении расположены (рис. 5, 6, 7) блок дистанционного автоматизированного управления (ДАУ), блок аварийно-предупредительной сигнализации и защиты дизелей (АПС и З), исполнительные механизмы управления режимами и реверсом дизелей (устанавливаются непосредственно на дизелях).

Программное обеспечение

Интуитивно-понятный визуальный интерфейс системы адаптирован к структуре судовых систем катера и обеспечивает удобство практической работы механика (рис. 8, 9). Применяемые стандартные датчики параметров имеют значительный технологический разброс характеристик, поэтому используется возможность адаптации системы к разбросу параметров датчиков. При этом задействуются только штатные средства катера и встроенный служебный кадр коррекции параметров системы на пульте индикации.

В случае сбоя рабочей программы срабатывает сторожевой таймер и происходит перезагрузка программы. На время перезагрузки автоматически включается аппаратный узел поддержания выходных управляющих сигналов с возможностью ручного управления. Сбой и перезагрузка программы одного блока не вызывает сбоев в остальных взаимодействующих блоках.

Применение плат MicroPC позволяет легко модифицировать программное обеспечение непосредственно на борту катера, не прибегая к демонтажу системы.

Программное обеспечение системы «АРГУС-Д» представляет собой совокупность 6 программ, одновременно работающих в разных блоках системы. Связь между блоками осуществляется одновременно по двум последовательным каналам связи: основному RS-485 и дополнительному RS-232C, переход на который происходит при неисправности основного автоматически.

Были разработаны специфические подпрограммы низкоуровневого ввода-вывода, использующие аппаратные прерывания и аппаратно-программную буферизацию данных. Это позволило уменьшить общее время одного полного цикла программы блока и увеличить надежность передачи данных от одного блока к другому.

Общая структура работы программ включает

- подпрограмму начальной инициализации;
- циклический алгоритм расчета входных и выходных параметров;
- подпрограмму восстановления параметров и завершения программы, использующуюся исключительно в моменты перепрограммирования блока.

Заключение

Система выдержала объектовые межведомственные и государственные испытания в составе головного быстроходного таможенного катера «Меркурий» в г. Новороссийске, а также в составе серийного катера того же типа в г. Владивостоке. Система получила высокую оценку государственной комиссии и Сертификат Регистра Морского Судоходства России. Максимальная скорость на головном образце катера с дизелями, управляемыми системой «АРГУС-Д», достигла 50 узлов. Это наивысший показатель в России для катеров такого класса, что создало перспективы для тиражирования системы. В настоящее время изготовлены и находятся в эксплуатации три системы, причем первая эксплуатируется уже 2 года. Разрабатываются технические предложения на создание подобных систем для новых и модернизацию серийно выпускаемых кораблей на подводных крыльях, воздушной каверне, экранопланов по тематике ЦКБ по судам на подводных крыльях им. Р.Е. Алексеева, а также по всем классам кораблей по тематике Нижегородского КБ «Вымпел». ●

(C) 1999 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru