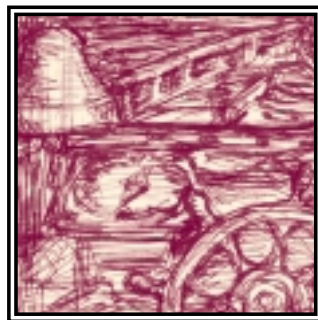




БАЗОВАЯ СТРУКТУРА МОРСКОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ

Юрий Черныш

Представлена структура и приведены основные характеристики системы, которую можно рассматривать как базовую модель судовой АСУ ТП.

Все современные суда в соответствии с требованиями правил Регистра и зарубежных классификационных обществ должны оснащаться системами автоматизации технических средств. Российский рынок и рынки стран СНГ наполнились многочисленной зарубежной продукцией, конкурирующей как между собой, так с изделиями отечественных производителей. При этом определилась общая тенденция автоматизации судов на основе микропроцессорных вычислительных средств. Для правильной ориентации на этом рынке необходима определенная подготовка специалистов проектных бюро, судостроительных заводов и заказчиков судов, принимающих решение по выбору системы управления.

В настоящей статье представлена структура базовой системы управления техническими средствами судов на основе аппаратно-программных средств фирмы Octagon Systems (США). Как показывает анализ технических характеристик приборов системы, приведенных в таблице 1, она удовлетворяет широкому спектру требований, предъявляемых к системам управления на судах, и прежде всего эксплуатационным климатическим и механическим требова-

ниям, требованиям по надежности, качеству и эффективности, энергопотреблению, массе и габаритам, удобству обслуживания и ремонтпригодности, стандартизации и унификации и др.

ЭВМ фирмы Octagon Systems по всей совокупности технико-экономических характеристик в максимальной степени удовлетворяют судовым условиям эксплуатации и обладают наиболее высокими показателями качества и эффективности по сравнению с другими системами отечественных и зарубежных производителей, таких как NORCONTROL AUTOMATION и AUTRONICA (Норвегия), SIEMENS, NORIS MARINE AUTOMATION, AEG и STL (Германия), TELEMECANIQUE (Франция), VALMET (Дания) и др.



Представленная в статье структура системы может рассматриваться как перспективная модель судовой АСУ ТП.

Статья в силу своего малого объема не претендует на полноту изложения всех вопросов. Она сконцентрирована на главных из них, определяющих структуру, состав, основные характеристики системы управления.

Рассматривается система управления для типового варианта сухогрузного судна со знаком автоматизации А2 в символе класса судна, с одновальной механической установкой с валогенератором и винтом регулируемого шага (ВРШ), электростанцией из трех дизель-генераторов и одного аварийного дизель-генератора, и типового состава общесудовых систем, включая центральный пост управления (ЦПУ). Приведенные данные могут быть легко трансформированы на конкретные проекты судов с другим знаком автоматизации или другим составом энергетической установки и общесудовых систем. Состав, количество и архитектура пультных секций при этом могут модифицироваться в соответствии с требованиями заказчика при сохранении вычислительного ядра верхнего уровня системы управления. Количество и функциональное назначение технологических станций управления могут вы-

Таблица 1. Характеристики приборов системы управления

№	Прибор	Габариты, мм	Масса, кг	Защита, IP	Температура, °C	Вибрация/удар, g	Электроэнергия, Вт	MTBF, час
1	Секция управления движением в РР	650×1270×900	120	22-23	0...+55	1,0/5,0	10	50000
2	Секция ТС в РР	650×1270×900	150	22-23	0...+55	1,0/5,0	120	50000
3	Секция мостика	650×1100×600	80	22-23	0...+55	1,0/5,0	5	50000
4	Секция ГД в ЦПУ	650×1360×1100	150	22-23	0...+55	1,0/5,0	50	50000
5	Секция ВРШ в ЦПУ	650×1360×1100	120	22-23	0...+55	1,0/5,0	25	50000
6	Секция ТС в ЦПУ	650×1360×1100	170	22-23	0...+55	1,0/5,0	150	50000
7	Панель групповой сигнализации	600×760×350	5	22-23	0...+55	1,0/5,0	2	50000
8	Станция аналоговых сигналов АПС	600×760×350	70	65	(-20...+50) без вентилиации	1,0/5,0	40	100000
9	Станция дискретных сигналов АПС	600×760×350	70	65	(-20...+50) без вентилиации	1,0/5,0	40	100000
10	Станция ГД-ВРШ	600×760×350	70	65	(-20...+50) без вентилиации	1,0/5,0	40	100000
11	Станция ЭЭУ	600×760×350	80	65	(-20...+50) без вентилиации	1,0/5,0	40	100000
12	Станция ОСС	600×760×350	70	65	(-20...+50) без вентилиации	1,0/5,0	40	100000
13	Станция питания	600×760×350	150	65	(-20...+50) без вентилиации	1,0/5,0	1000	100000

бираться в соответствии с составом технических средств, топологией их размещения на судне и объемом автоматизации. Изменение типов и количества входных-выходных каналов может производиться сменой индивидуальных модулей ввода-вывода на терминальных платах в станциях управления без изменения их базовой части. Унификация систем между собой при этом составляет 100%.

Приведенная АСУ ТП охватывает практически все типы и классы судов от речных и судов «РЕКА-МОРЕ» до морских судов, от малых водоизмещающих, глиссирующих и судов с динамическими принципами поддержания и малой площадью ватерлинии до крупных водоизмещающих сухогрузных и нефтеналивных судов, от судов для ледового плавания до судов в тропическом исполнении.

В состав системы управления техническими средствами судов входят:

1. Секция управления движением судна в рулевой рубке (Ск. У-Д).

2. Секция управления техническими средствами судна в рулевой рубке (Ск. У-ТС).

3. Секции управления движением на выносных мостиках (Ск. У-Д (М)).

4. Секция управления главным двигателем в центральном посту управления – ЦПУ (Ск. У-ГД).

5. Секция управления винтом регулируемого шага (ВРШ) и вспомогательными механизмами в ЦПУ (Ск. У-ВРШ).

6. Секции управления техническими средствами в ЦПУ (Ск. У-ТС).

7. Станции аналоговых и дискретных сигналов аварийно-предупредительной сигнализации (Ст. АПС).

8. Станция управления главным двигателем с винтом регулируемого шага – ГД-ВРШ (Ст. У-ГД-ВРШ).

9. Станция управления электростанцией судна (Ст. У-ЭЭУ).

10. Станции управления общесудовыми системами (Ст. У-ОСС).

11. Панели групповой сигнализации (ПГС).

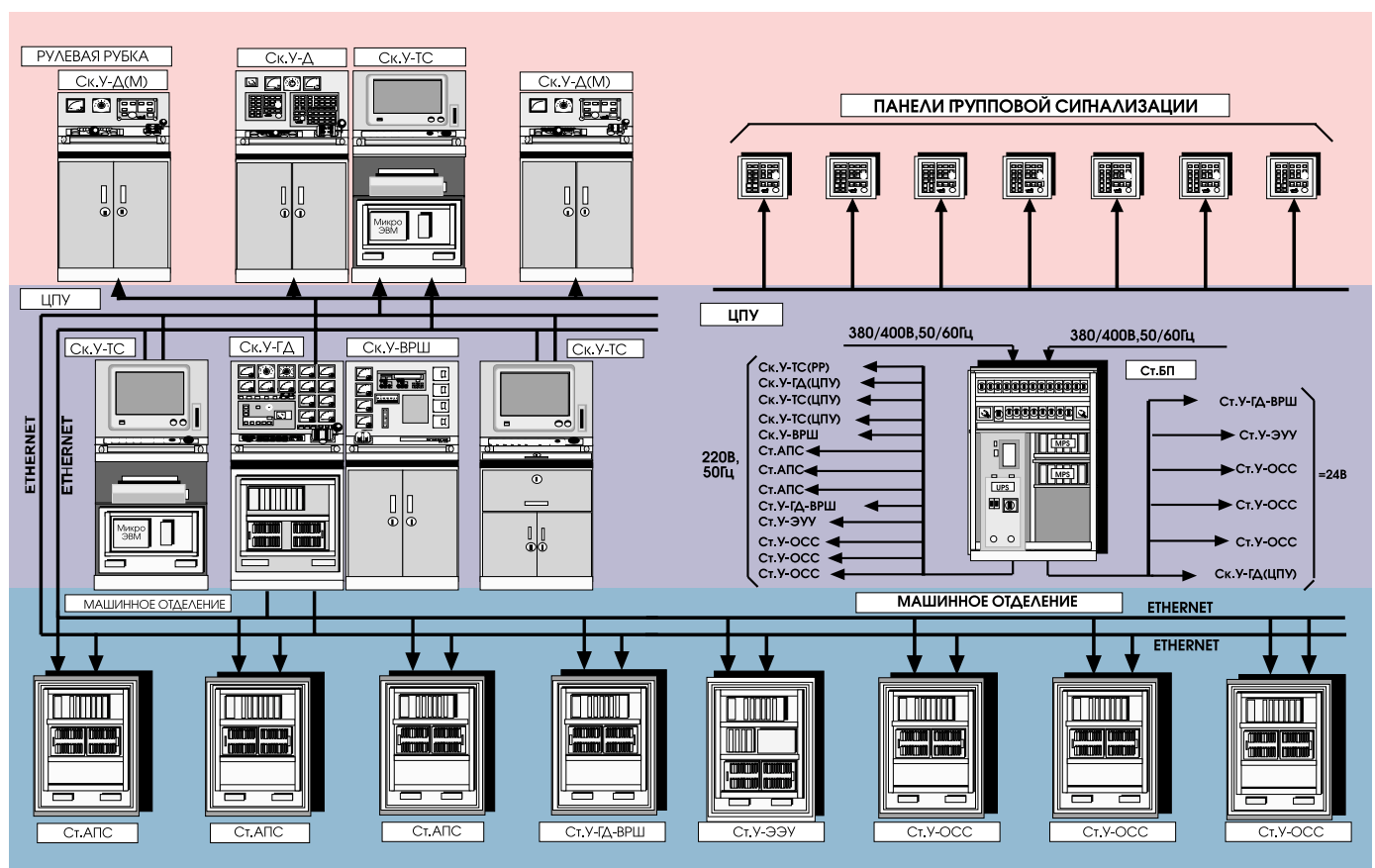
12. Станция бесперебойного питания системы (Ст. БП).

По топологии и организации управления система является распределенной. Функции управления рас-

пределены между приборами, а приборы оптимально размещены по помещениям судна. Обмен данными между приборами системы осуществляется по последовательному дублированному моноканалу типа «общая шина».

Физической средой, обеспечивающей передачу сигналов, в простейшем варианте может быть витая пара, но более пред-





Структура базовой системы управления техническими средствами судов

почтительным является применение тонкого коаксиального кабеля RG-58A/U или РК-50 с сопротивлением 50 Ом. Он прост по конструкции, имеет небольшую массу и умеренную стоимость, обладая в то же время хорошей электрической изоляцией и допуская работу на довольно больших расстояниях и высоких скоростях.

В качестве моноканала обмена данными между приборами системы использован канал типа Ethernet с интерфейсами, совместимыми с NE1000/NE2000. Протяженность канала сегментами длиной 185 м может достигать 925 м (5 сегментов). Максимальное количество ЭВМ на один сегмент – 30, максимальное количество ЭВМ в системе – 87. Скорость передачи до 10 Мбит/с.

По типам используемых ЭВМ судовая АСУ ТП является однородной. Однородной должна быть и операционная система со встроенными модулями сетевого обмена, графического интерфейса, файловой системы, системы ввода-вывода и др. Операционная система должна объединять все ресурсы в единую вычислительную систему, предоставляя доступ к ним с любой из станций, и вместе с тем обеспечивать простоту расширения системы. Она должна осуществлять контроль работоспособности

и управление загрузкой каналов, исключать конфликтные ситуации, обеспечивать предельно достижимое быстродействие и высокую надежность обработки и передачи информации, а также выполнение нескольких задач одновременно и характеризоваться минимальным временем отклика на внешние воздействия. Из известных в настоящее время промышленных операционных систем реального времени в наибольшей степени судовым требованиям и условиям применения удовлетворяет операционная система QNX.

Система управления обеспечивает прием и обработку:

- а) биполярных и униполярных аналоговых сигналов напряжением 5 и 10 В;
- б) токовых сигналов 4-20 мА;
- в) сигналов от термопар и термосопротивлений;
- г) дискретных сигналов типа «сухой контакт» и «открытый коллектор»;
- а) потенциальных сигналов 180-280 В и 10-32 В.

Система формирует выходные сигналы управления:

- а) биполярные и униполярные сигналы напряжением 5 и 10 В;
- б) токовые сигналы 0-20 мА;
- в) дискретные сигналы переменного тока напряжением 24-280 (380) В и постоянно

янного тока напряжением 5-60 В током 3 А (кратковременно до 5 А).

Общее количество входных-выходных аналоговых сигналов – 160/16, дискретных – 1512.

Система имеет следующий типовой состав устройств.

1. Секция управления движением судна на ходовом мостике содержит:

- а) машинный телеграф, включенный в линию электрического вала;
- б) панель управления подруливающим устройством;
- в) индикаторы основных параметров ГД и ВРШ;
- г) панель управления и сигнализации ГД;
- а) панель групповой аварийно-предупредительной сигнализации.

2. Секция управления техническими средствами на ходовом мостике содержит:

- а) 14" ЭЛТ-монитор (1024×768×256 мм; 30-56 кГц);
- б) 101/114-клавишную функциональную клавиатуру (IP-65, 446×190×37 мм);
- в) указательное устройство DuraPoint (IP-65, 12,8×10,8×2,5 см);
- г) принтер регистрации маневров;
- а) 3,5" НГМД (720 кбайт/1,44 Мбайт);
- е) микроЭВМ;
- ж) блок питания (220 В/5 В-5 А);

з) клеммные колодки с предохранителями для разводки питания 220 В и 5 В.

3. Секции управления движением на выносных мостиках содержат:

- а) машинный телеграф, включенный в линию электрического вала;
- б) панель управления подруливающим устройством;
- в) индикаторы основных параметров ГД и ВРШ;
- г) панель групповой сигнализации.

4. Секция управления и контроля ГД содержит:

- а) машинный телеграф, включенный в линию электрического вала;
- б) панель управления и контроля ГД;
- в) панель групповой сигнализации;
- г) индикаторы параметров ГД;
- а) контроллер на 16 входных/16 выходных (0-20 мА) аналоговых и 120 дискретных каналов ввода-вывода;
- е) модуль питания 5101 (220 В/5 В-3 А и 12 В-0,4 А);
- ж) терминальные платы с модулями ввода-вывода (5×24 и 2×16);
- з) клеммные колодки с предохранителями для подвода внешнего питания 220 В и 24 В.

5. Секция управления ВРШ и вспомогательными механизмами содержит органы управления, индикации и сигнализации ВРШ и вспомогательными механизмами.

6. Секции управления техническими средствами судна содержат:

- а) 20/21" ЭЛТ-монитор (1024×768×256 мм; 30-56 кГц);
- б) 101-клавишную функциональную клавиатуру (IP-65, 446×190×37 мм);
- в) указательное устройство DuraPoint (IP-65, 12,8×10,8×2,5 см);
- г) принтер регистрации аварийных событий;
- а) 3,5" НГМД (720 кбайт/1,44 Мбайт);
- е) микроЭВМ;
- ж) блок питания (220 В/5 В-5А);
- з) клеммные колодки с предохранителями для разводки питания 220 В и 5 В.

7. Станции аварийно-предупредительной сигнализации (АПС) содержат:

- а) контроллер АПС на 96 (0) аналоговых и 96 (192) дискретных каналов;
- б) терминальные платы МРВ-24 (8 шт.);
- в) модули УСО G4 и G5 фирмы Grayhill;
- г) блок питания;
- а) клеммные колодки с предохранителями для разводки питания 220 В и 24 В.

8. Станция управления ГД-ВРШ и станции управления общесудовыми системами (ОСС) содержат:

- а) контроллер управления на 192 дискретных канала;
- б) терминальные платы МРВ-24 (8 шт.) с модулями УСО G4;

в) блок питания;

г) клеммные колодки с предохранителями для разводки питания 220 В и 24 В.

9. Станция управления электростанцией (ЭЭУ) содержит:

- а) контроллер управления на 96 дискретных каналов ввода-вывода;
- б) контроллер синхронизации на 16 высокоскоростных аналоговых и 48 дискретных каналов;
- в) блок защиты дизель-генераторов (БЗ-ДГ);
- г) терминальные платы МРВ-24 (6 шт.) с модулями УСО G4;
- а) блок питания;
- е) клеммные колодки с предохранителями для разводки питания 220 В и 24 В.

10. Панели групповой сигнализации содержат 12 групп сигнализации, а также сигнальные лампы режимов вахты, кнопки включения-отключения панелей и звуковой сигнализации, квитирования зуммера.

11. Станция питания содержит:

- а) систему бесперебойного питания (СБП) типа true on-line с двойной инверсией 220-380 В/220В-2,5 кВА;
- б) два блока модулей питания (БМП) датчиков и исполнительных устройств 220 В/24 В – 1200 Вт;
- в) распределительный щит с автоматическими выключателями.

Вычислительное ядро системы образуют микроЭВМ в пультовых секциях и процессорные модули в контроллерах станций управления, объединенные в сеть.

МикроЭВМ обеспечивают управление видеомонитором, функциональной клавиатурой, указательным устройством, накопителями на жестких и гибких дисках, принтерами и технологическими станциями системы, выполняют функции файл-серверов, обмениваются информацией между собой и с приборами системы, организуя рабочие места операторов и обеспечивая дистанционное управление техническими средствами судна.

Основой микроЭВМ является одноплатный компьютер PC-450 фирмы Octagon Systems (486 DX2-66 МГц, 16 Мбайт ОЗУ).

Характеристики микроЭВМ

- размеры: 250×250×100 мм;
- масса: 1,5-2,0 кг;

- энергопотребление: 5 В/4-4,5 А;
- температурный диапазон: от -40°С до +70°С, влажность до 90%;
- вибрация: до 1,0g (22-500 Гц);
- удар: до 5g (80 уд./мин.);
- наработка на отказ (MTBF): до 100 000 часов.

Процессорные модули контроллеров совместно с модулями ввода-вывода выполняют функции ввода-вывода и обработки информации, поступающей от датчиков/исполнительных механизмов и органов управления/средств отображения информации пультовых секций, и обеспечивают реализацию автоматического и дистанционного управления оборудованием судна.

В качестве процессорных модулей контроллерных станций используются процессорные платы 5025А (486 SLC, 25 МГц, 4 Мбайт ОЗУ). Контроллеры установлены в станциях управления и в пультовой секции управления ГД.

Подключение внешнего кабеля к приборам осуществляется посредством клеммных соединителей на терминальных платах МРВ-24, допускающих разводку и подключение судового

кабеля с жилами размером до 2,5 кв. мм. Терминальные платы МРВ-24 с модулями УСО устанавливаются на боковых и задней монтажных панелях в станциях управления.

Модули УСО G4/G5 позволяют легко адаптировать систему к любому проекту судна без изменения базовой части системы, обеспечивая согласование интерфейсов оборудования судна с ин-

терфейсом системы управления. Они имеют сигнализацию активного состояния, а также защиту от токов короткого замыкания и перегрузки, гальваническую развязку каналов как между собой, так и каждого канала с источником питания датчиков и исполнительных устройств. Электрическая прочность гальванической развязки от 1000 до 4000 В.

Характеристики контроллеров

- размеры: 130×252,7×150 мм;
- масса: 4,5-5,0 кг;
- энергопотребление: 5 В/1,5-2,0 А;
- температурный диапазон: от -40 до +70°С, влажность до 90%;
- вибрация: до 5,0g (22-500 Гц);
- удар: до 20g (80 уд./мин.);
- наработка на отказ (MTBF): в среднем 100 000 часов.



Приборы имеют исполнение IP-65 и выполнены в типовых стандартных конструктивах фирмы Schroff (Германия).

В связи с высоким качеством изготовления комплектующих изделий, входящих в систему, гарантируемым высоким уровнем и глубиной технологического контроля при их изготовлении, а также в связи с высокой степенью безотказности и надежности работы изделий, подтвержденной продолжительным опытом их эксплуатации в различных условиях, система практически не требует комплектования на судне ЗИПа. Целесообразно комплектовать только групповой ЗИП на каждую серию судов.

Энергопотребление системы составляет 1,0-1,5 кВт. Полная стоимость аппаратной части около \$180 000.

Приведенная информация является справочной. Она дает оценку отдель-

ных характеристик приборов и системы в целом на основе данных фирм-изготовителей.

Представленная в статье система является оптимальной по критерию «цена/качество». Действительно, как показывает анализ, стоимость может быть уменьшена только за счет потери качества и надежности. Это прежде всего за счет применения комплектующих с пониженным температурным диапазоном (как следствие, установка вентиляторов охлаждения в станциях управления), применения процессоров ниже i386 и отказа от современных операционных систем реального времени, использования недублированного моноканала Ethernet и недублированных НЖМД, отказа от гальванической развязки аналоговых каналов, увеличения габаритов и массы приборов и т. п.

Безусловно, статья не дает однознач-

ного ответа по выбору структуры и параметров системы управления, окончательный выбор остается за проектантом, строителем и заказчиком судна. В статье лишь обозначены контуры современной системы управления и намечен диалог с заинтересованными специалистами. ●

