



Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА
имени адмирала С. О. МАКАРОВА**

**Институт МОРСКАЯ АКАДЕМИЯ
ФАКУЛЬТЕТ СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**
*Кафедра двигатели внутреннего сгорания и автоматика
судовых энергетических установок*

А. Б. Шадрин

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
СУДОВЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ**

Методические указания к выполнению лабораторных работ

Санкт-Петербург
Издательство ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова
2017

Утверждено редакционно-издательским советом университета

УДК 629.5.03 (075.8)

ББК 39.42 – 04 я 73

Шадрин А. Б. Автоматизированные системы управления судовыми энергетическими установками: методические указания к выполнению лабораторных работ/сост. А.Б. Шадрин - СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2017. – 94 с.

ISBN

Методические указания к выполнению ряда лабораторных работ систематизируют процесс изучения и освоения основных элементов комплекса технических средств в автоматизированных системах управления судовыми энергетическими установками и разработаны в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования.

Рассмотрено и **рекомендовано к изданию** на заседании кафедры двигателя внутреннего сгорания и автоматика судовых энергетических установок. Протокол № от 2017.

Рецензенты:

Л.В. Тузов, д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»

Р.У. Тугушев, доцент ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»

ISBN

© ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова»,
2017

© Шадрин А. Б., 2017

Оглавление

Методические указания к выполнению лабораторных работ	4
Лабораторная работа 1. Изучение системы серверно- сетевого управления дизелем	4
Лабораторная работа. Изучение элементов мехатроники в системе управления дизелем.....	18
Лабораторная работа 3. Изучение сетевых технологий в энергетических комплексах.....	30
Лабораторная работа 4. Изучение ресурсов сетевого управления в пропульсивном комплексе...	34
Лабораторная работа 5. Изучение элементов сетевых контроллеров	39
Лабораторная работа 6. Изучение открытой полевой шины	56
Лабораторная работа 7. Изучение интерфейсной карты	60
Лабораторная работа 8. Изучение выделенного доступа в Интернет	70
Лабораторная работа 9. Изучение элементов построения промсети	75
Лабораторная работа 10. Изучение элементов маршрутизатора	81
Список литературы	94

ФГБОУ ВО "ТУМРФ имени адмирала С.О. Макарова"

Методические указания к выполнению лабораторных работ

При выполнении работ используются: Видеотека модулей и агрегатов в комплексах технических средств (КТС) для автоматизированных систем управления судовыми энергетическими установками (АСУСЭУ) ряда поколений на базе проектов ведущих компаний с учетом расширения внедрения в КТС для СЭУ оптических, проводных, беспроводных, бортовых компьютерных и микроконтроллерных сетей и дизелей с «электронным» и «интеллектуальным» управлением.

Все работы проводятся в лаборатории - «Автоматика судовых энергетических установок» кафедры «ДВС и АСУСЭУ» с ознакомлением и обязательным выполнением типовых инструкций факультета судовой энергетики ГУМРФ по учету вредных и опасных факторов условий руда: санитарно-гигиенических, психофизиологических и технических на учебном тренажере.

Курсанты не имеют права доступа к частям установок, макетов и стендов, находящимися под опасным напряжением, защитным корпусом. Контроль за состоянием изоляции, работы по ремонту установок обязаны производить только специалисты ГУМРФ, имеющие соответствующую подготовку и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Для ключевых элементов: интегрированных автоматизированных систем специализированных судов (ИАС), контуров управления процессами в главном дизеле и агрегатах пропульсивной установки, дизель-генераторах, вспомогательных судовых установках курсанты составляют схемы модульных систем на базе видеотеки КТС АСУСЭУ от ведущих компаний: kongsberg.com, wartsila.com, prosoft.ru, siemens.ru, cta.ru, asucontrol.ru, ratrans.ru, opensys.ire.ras.ru, transrussia.ru, avtprom.ru.

Следует обратить внимание на решение задач:

Применения семантических условных графических обозначений элементов в части: мехатроники, SCADA, EPLAN и др. из электронных каталогов ведущих фирм по агрегатам и модулям КТС АСУСЭУ для освоения элементов визуализации и генерации модульных проектных решений в бортовых сетевых технологиях для энергоустановок.

В выводах по работам необходимо сопоставить заданные варианты по таблицам модулей по шифру курсанта и выбранные самостоятельно более перспективные элементы в КТС АСУСЭУ.

Отчет по результатам работы распечатывается на листах формата А4 и соединяется степлером в левом верхнем углу. Содержание отчета уточняется в описаниях работ.

Лабораторная работа 1

Изучение системы серверно- сетевого управления дизелем

1. Цель работы

1. Цель работы: изучение автономной установки регулятора и системы защиты из AutoChief ®С20 для судовых двигателей серии МС фирмы MAN B&W в установках с винтом регулируемого шага.

2. Основные теоретические положения

AutoChief ®C20 соответствует требованиям IMO, IACS и одиннадцати классификационных обществ (КО), а также международным морским правилам. Система отвечает требованиям КО об автоматической работе без вмешательства человека, и соответствует всем правилам и положениям. Надежность AutoChief ®C20 гарантирована стандартами AQAP и ISO.

В центральном посту управления (ЦПУ) устанавливается **Панель управления (АСР)**. На АСР отображается Состояние работы системы и Предупреждения о внештатных ситуациях в работе двигателя, а также выполняется настройка системы.

Интерфейс АСР состоит из цветного жидко-кристаллического дисплея, двух панелей с кнопками с индикацией и одной многофункциональной кнопки-манипулятора.

ЦПУ и машинное отделение (МО) оборудованы (опция) Кнопками аварийной остановки, которые подключаются к блоку **Системы защиты двигателя (ESU)**, который по команде оператора или системы в случае аварийной ситуации ESU выполняет аварийную остановку двигателя.

Системы регулирования и защиты устанавливаются на двигатель или в непосредственной близости от него в машинном отделении.

В системе можно выделить: датчики оборотов двигателя, блоки RPMD, ECU (опция), RDO-16, RAI-16, MEI, ESU, PSO-P, электропривод (актюатор). АСР - с интерфейсом между оператором и системой оборудован 7" цветным дисплеем с разрешением экрана 800 на 480 точек, одной большой многофункциональной кнопкой-манипулятором (Манипулятор) и шестью кнопками с покрытием из металлической фольги. Дисплей содержит необходимые графические элементы - «мимические» (Меню). Путем вращения Манипулятора влево или вправо, могут быть выбраны необходимые Меню - активируются при нажатии на Манипулятор.

Манипулятор применяется при выборе Меню и при изменении Режимов и Систем конфигурации.

Кнопки АСР имеют встроенные светодиоды (LED), которые помогают оператору визуально отслеживать их Статус. АСР имеет встроенную подсветку для работы при слабом освещении, которая регулируется встроенным фотозлементом (LSR).

АСР позволяет управлять работой систем и может быть установлена в консоль ЦПУ. Индикация Режимов и Состояния двигателя на АСР: Частота вращения двигателя; Уставка частоты вращения; Индикатор давления пускового воздуха; Индикатор нагрузки; Индикация аварийных сигналов при дистанционном управлении; Индикация состояний при дистанционном управлении; Функции системы защиты и управления двигателем; Ограничения работы двигателя.

Кнопки со светодиодами на АСР: Отмена аварийной становки/снижения оборотов; Изменение места управления; Отключение звукового сигнала; Подтверждение сигнала аварии; Аварийная остановка; Функции телеграфа; Звуковой аварийный сигнал.

Дисплей в АСР на основе жидкокристаллической (LCD) матрицы Thin Film Transistors(TFT). Дисплей состоит из цветного TFT-LCD экрана, микросхем управления, control-PWB, FPC, корпуса, передней и задней защитных панелей и блока подсветки. Графика и текст отображаются с отношением 15:9, разрешение экрана: 800x480 точек с палитрой 262144 цветов, используется 18-ти битный сигнал (6 бит x 3 - система смешивания цвета RGB).

Лучший угол обзора находится в 6-ти часовой позиции. LCD - на основе активной матрицы и имеет высокое разрешение. Слабоотражающая черная матрица и поляризованное стекло с антибликовым покрытием позволят значительно уменьшить отблеск экрана. LCD отображает состояния работы двигателя и помогает оператору вносить изменения.

Графический интерфейс пользователя (GUI) - дополнение к программному обеспечению для объединения компонент и возможностей регулятора и системы защиты. GUI упрощает использование системы. Приложение выводит на экран информацию в графическом виде.

Видимый графический интерфейс сопровождается своим Меню и сопровождается графическими элементами («Профилями»), которые используются для коммуникации с основной программой и упрощают взаимодействие оператора с системами. «Профили» содержат: окна, тексты, кнопки (сенсорные), меню, приборы с круговой шкалой, шкалы и диаграммы.

Крупные «Профили» имеют Рамки для привлечения к их содержанию внимания оператора. Более мелкие «Профили» используются как инструменты для ввода данных с помощью клавиш, кнопок или Манипулятора.

«Профили» функционально независимы и связаны с программами, поэтому GUI (графический пользовательский интерфейс) может настраиваться на разные элементы Профилей в качестве монофункционального интерфейса между оператором и Профилями работы систем: Мониторинг давления пускового воздуха; Обороты двигателя, Нагрузка, Корректировка рабочих параметров, Аварийные сигналы защиты.

Функции, которые требуют прямого доступа - Аварийный стоп, Отмена и Подтверждение аварийных сигналов, отключение Звуковой сигнализации, доступны посредством Нажимных кнопок в АСР. На Боковом меню отражаются основные «окна», которые должен видеть оператор.

Кнопки, расположенные с левой стороны АСР используются только для отображения Отменяемой аварии или Ограничения и не используются как кнопки в случае автономной установки регулятора и системы защиты. Если Активная аварийная ситуация или Ограничение отменяемые, то соответствующие кнопки будут подсвечены светодиодами (Красные). Светодиоды погаснут, когда Оператор подтвердит отмену или работа двигателя войдет в нормальный режим: Cancel SHD (Отмена аварийной остановки); Cancel SLD (Отмена аварийного снижения оборотов); Cancel limits (Отмена ограничений).

На АСР имеются функции аварийных сигналов и команд: в Управлении (In Command) - показывает, что задается Управление (Зеленый); Отключение звуковой сигнализации (Sound off) - Выключение звукового сигнала аварии (Желтый); Подтверждение аварии (Alarm Acknowledge) - Подтверждение сигнала аварии (Желтый).

Блоки распределенной обработки данных (DPU) состоят из шести модулей, каждый из которых выполняет свою задачу. DPU выполняют мониторинг и обеспечивают регулировку параметров двигателя. DPU имеют аналоговые и цифровые входные/выходные каналы.

Связь между блоками осуществляется через отдельные CAN. Микропроцессор в DPU программируется на выполнение Процессов, например, обнаружения выхода за определенные границы величины контролируемого сигнала.

Аварийные сигналы, которые не влияют на работу, подавляются во время Запуска и Аварийной остановки двигателя.

Информация о Состоянии двигателя постоянно отслеживается в АСР. При обнаружении аварийного состояния через DPU в АСР выдается сигнал Аварии и Указывается датчик, выдавший этот сигнал. АСР выдает информацию о Аварийном состоянии, которая помогает оператору в Диагностике проблемы в профиле управления двигателем.

Все блоки проходят проверку и получают одобрение классификационных обществ (DNV, LRS, BV, GL, RINA, NK, ABS, KR, PRS, MRS (Россия), CCS (Китай). Механическое оборудование соответствует DnV Class B и IACS E10 (монтаж непосредственно на двигателе, насосы). Электромагнитная совместимость соответствует IACS E10 и EN60945.

Блок Интерфейса Главного Двигателя (MEI) оснащен несколькими типами цифровых и аналоговых входных\выходных каналов и оборудован для подключения к CAN. Состояние питания, встроенная система самотестирования элементов системы и состояния CAN можно контролировать по светодиодным индикаторам на MEI: 1-й и 2-й каналы - релейные выходы (макс. индуктивная нагрузка 3 А при 230 В); 3-й и 4-й каналы – аналоговые выходы (ток варьируется от 4 до 20 мА с макс. нагрузкой 550 Ом, напряжение ± 10 В); каналы с 5-го по 14-й – управление соленоидами с функцией проверки цепи (только на обрыв), с напряжением от 18 до 32 В и максимальным током 500 мА (соленоидные выходы питаются напрямую от источника питания системы); каналы с 15-го по 28-й – цифровые входы с возможностью проверки цепи (требуется дополнительное оборудование); каналы с 29-го по 36-й – по выбору аналоговые или цифровые входы с возможностью проверки цепи (ток источника 4-20 мА); каналы с 34-го по 36-й – по выбору цифровые входы или потенциометр (1, 5 или 20 кОм, контактная щётка) с возможностью проверки цепи. Элементы параметров и характеристик: Входные потенциометрические каналы, 3-х проводные (4,5 В, сигнал, 0 В); 5 входных токовых каналов, 3-хпроводные (24 В, токовый сигнал, 0 В); 14 входных цифровых каналов с проверкой цепи; Входные каналы ток/напряжение (± 20 мА и ± 10 В); 10 каналов управления соленоидами с проверкой цепи (только на обрыв); 2 выходных релейных канала с контактами двустороннего действия; Масштабирование в технических единицах; Проверка сигнала на выход за предельные значения; Наблюдение и сигнализация по всем каналам; Выравнивание отклонений; Отметка времени для аварий и других событий (0,001 с); Самотестирование; Защита датчиков от перегрузки; Обработка ошибок CAN. Блок системы защиты (ESU) выполняет функции системы защиты и аварийной остановки двигателя:• Отслеживание параметров двигателя. Отслеживание частоты вращения двигателя. Кнопка аварийной остановки двигателя.

Все Параметры и Профили задаются в ESU Поставщиком двигателя. В ESU используются цифровые входные и выходные каналы. ESU имеет две независимые линии питания и имеет встроенный Профиль автоматического переключения между линиями питания. Важно отметить цифровые Входные каналы с 14-го по 19-й напрямую связаны с Выходными каналами с 5-го по 13-й. В случае отказа микропроцессора в ESU цифровые каналы 20-22 переключаются напрямую на выходные каналы 5-13.

ESU оборудован интерфейсом для CAN. **Состояние ESU отображается встроенными светодиодами:** Встроенное дублирование функций. Система

самотестирования. Отметим функции и характеристики ESU: 4 выходных релейных канала с контактами двустороннего действия; 9 цифровых входных каналов (аварийная остановка) с проверкой цепи; 6 цифровых входных каналов с проверкой цепи; 3 цифровых входных каналов с проверкой цепи (только на обрыв); 6 цифровых входных каналов с проверкой цепи; Дублированное питание 24 В; Управление соленоидами с функцией проверки цепи; Наблюдение и сигнализация по все каналам; Отметка времени для аварий и других событий (0,001 с); Самотестирование; Защита датчиков от перегрузки; Обработка ошибок CAN.

Блок электронного регулятора (DGU) управляет частотой вращения двигателя. Необходимая Уставка частоты вращения задается или с АСР или Рукояткой управления и DGU поддерживает установленные обороты двигателя. В DGU поступают все сигналы, необходимые для регулировки частоты вращения, и DGU будет продолжать работать как независимый блок в случае выхода из строя CAN. В DGU имеются: 4 CAN порта и 2 порта для RS422/RS485. Все порты имеют гальваническую изоляцию. Питание DGU от источника 24 В в диапазоне от +18 В до +32 В (имеет гальваническую изоляцию).

3. Порядок выполнения работы

Получить задание у преподавателя.

Задание представляет собой таблицу, в которой перечислен набор изучаемых элементов системы серверно-сетевого управления судовой энергоустановкой с учетом ограниченных возможностей лабораторной установки (тренажера).

Выполнить на базе стенда ряд этапов работы приведенных ниже по изучению системы серверно-сетевого управления и составить схемы, выявленных технологий управления судовой энергоустановкой.

Функции DGU: Автоматическая регулировка частоты вращения. Автоматическое ограничение работы двигателя по наддуву, крутящему моменту и т.д. Ручное ограничение работы двигателя по оборотам, подаче топлива и т.д. Избегание критической частоты вращения. Автоматическое снижение оборотов. Отметим функции и характеристики DGU: 4 порта для CAN; 2 порта для RS422/RS485; Масштабирование в технических единицах; Проверка сигнала на выход за предельные значения; Наблюдение и сигнализация по всем каналам; Выравнивание отклонений; Отметка времени для аварий и других событий (0,001 с); Самотестирование; Обработка ошибок CAN.

Распределительный модуль частоты вращения двигателя (RPMД) состоит из 2-х блоков RPME. Питание осуществляется от источника 24 В, имеется 4 входных канала для подключения таходатчиков, 2 релейных выхода, 2 выхода на соленоиды, сдвоенный CAN и 2 порта для RS422/485. Модуль предназначен для измерения частоты вращения двигателя, используя 2 блока RPME. Такая комплектация гарантирует безотказную работу системы.

Каждый блок RPME имеет 2 входных канала для подключения таходатчиков, 1 релейный выход, 1 выход на соленоиды, сдвоенный CAN и 1 порт для RS422/485. В конструкции модуля RPMД предусмотрена возможность монтажа непосредственно на дизеле.

Отметим функции и характеристики RPMД: 2 входных канала для подключения таходатчиков - 2-х или 3-х проводных (NPN или PNP таходатчики); 1 выходной релейный канал с контактами двустороннего действия; 1 канал управления

соленоидами; Масштабирование в технических единицах; Проверка сигнала на выход за предельные значения; Наблюдение и сигнализация по всем каналам; Выравнивание отклонений; Отметка времени для аварий и других событий (0,001 с); Самотестирование; Обработка ошибок CAN. В схеме соединений между RPME (U1 и U2) следует отметить взаимную связь между RPME U1 и RPME U2. W203 и W204 - цифровые входы/выходы. W203 непосредственно соединен с линейным портом ввода/вывода X7 блока DGU. Если W203 отказывает, то два W204 будут задействованы. W1 - релейная линия связи. RPMD может монтироваться непосредственно на двигателе. Корпус модуля водонепроницаемый и закрывается 4 –мя болтами по углам модуля.

Аналоговый входной блок (RAi-16) поддерживает большую часть каналов для сигналов от систем автоматике, используемых на морских судах: по напряжению, току и сопротивлению в различных пределах и может масштабировать сигналы в заданных технических единицах. RAi-16 питается от источника 24 В и имеет двойной CAN. Отметим функции и характеристики RAi-16: 16 аналоговых входных каналов; Масштабирование в технических единицах; Диапазон частоты: 5-500 Гц (One counter, range: 5 - 500 Hz); Проверка сигнала на выход за предельные значения; Задержка сигнала; Наблюдение и сигнализация по все каналам; Отметка времени для аварий и других событий - 0,001с; Самотестирование; Защита датчиков от перегрузки; RS 422-A или RS 485; Обработка ошибок CAN; Параметры записаны в памяти блока; Возможность дистанционной настройки; Отсутствуют подстройки элементы и переключки; Отсутствуют части, подлежащие обслуживанию; Все соединения на разъемах; Пригодны для прямой установки на главном двигателе; Модуль содержит LED-индикацию для состояний: Watchdog, running (Рабочее состояние), Общая информация, Инициализация модуля, Полярность питания.

Цифровой модуль (RDo-16) - многофункциональное устройство, которое охватывает выходные сигналы морских автоматических систем. Для него необходимо питание 24VDC. Блок поддерживает две CAN с обработкой информации по времени от подключенных датчиков; 16 цифровых выходных каналов с LED-индикацией состояний; Один полюсный переключатель с безразрывным переключением; Импульс при включении выхода; Импульс при выключении выхода; Обработка ошибок CAN; Все параметры сохраняются в одном модуле; Дистанционная реконфигурация; Отсутствуют подстроечные элементы или переключки; Отсутствуют части, подлежащие обслуживанию; Все соединения на разъемах; Подходит для прямой установки на двигатель; содержит LED-индикацию для Состояний: Watchdog, running (Рабочее состояние), Общая информация, Инициализация модуля, Полярность питания.

Режим «Постоянное топливо» применяется, если система регулирования изготовлена компанией Kongsberg Maritime AS. Обороты измеряются постоянно, и когда они остаются постоянными определенное время, система регулирования будет информирована о включении режима «Постоянное топливо». Тогда регулятор замкнет выход топливного актюатора на фиксированный Топливный Индекс.

Когда Топливный Индекс зафиксирован, то обороты будут «колебаться». Данная функция требуется в некоторых случаях, например, когда необходимо снимать Индикаторные диаграммы - требуется постоянное слежение за оборотами и их сравнение с Верхним и Нижним параметром Отклонения в RPM. Если обороты «колеблются» выше или ниже данных пределов, выход топливного актюатора будет разблокирован и система дистанционного управления снова вернется к требуемой Уставке по оборотам.

Имеются и другие Зоны пределов по оборотам, для которых может применяться данная функция. Например, Зоны с Недопустимо низкими оборотами, когда двигатель может остановиться, если количество топлива постоянно не контролируется, или в Зонах Высоких оборотов, когда RPM отмечает возможность для двигателя достижения уровня Разноса.

Контроль за Топливной уставкой - топливный индекс напрямую устанавливается Рукояткой, находящейся «в Управлении». Если рукоятка установлена в позицию Dead Slow (Самый Малый ход), то будет поступать 0% топлива, Nav Full (Самый Полный Вперед) будет соответствовать 100% топливной команде, независимо от оборотов двигателя.

Ограничители будут продолжать работать, так что двигатель не будет Перегружен по причине, связанной с топливом. Однако, он может легко достичь Разноса. Функция является полезной, если индикаторные диаграммы должны быть «сняты», когда топливный индекс должен поддерживаться в одной позиции для всех цилиндров.

«Мертвая Зона» - уменьшает движение актюатора. Обороты «мертвой зоны» устанавливаются параметрами, по умолчанию - 2 об/мин (± 2 об/мин). Во время Нормальной работы система контроля скорости будет использовать в этой области уменьшенный коэффициент усиления, приводящий к Замедлению работы регулятора при «колебаниях» оборотов меньше, чем ± 2 об/мин. Когда выбран режим «Мертвая зона», то в этой зоне коэффициент усиления равен нулю, и Регулятор не будет работать. «Мертвая зона» может быть отрегулирована до 15 об/мин.

Режим Rough sea (Штормовое море) предусмотрен как опция во избежание состояния Разноса во время шторма. Выбор режима «Штормовое море» производится из меню ACP. Если выбран режим «Штормовое море», регулятор применяет специально заданный коэффициент усиления для данного режима. Дополнительно, контроллер PI позволяет производной части “D” незамедлительно реагировать быстро при быстрых колебаниях оборотов.

Функция отключения цилиндра (опция) - увеличение стабильности оборотов при работе двигателя при малой нагрузке и низких оборотах. Система отключает работу цилиндров в группах - обычно две группы. Только половина цилиндров будет работать одновременно. Работа групп цилиндров (1 и 2) реализуется попеременно по времени для избежания чрезмерного расхода цилиндрического смазочного масла при сжигании. Вторая причина - поддержание постоянной тепловой нагрузки всех цилиндров.

Для обеспечения надежного пуска система отключения цилиндров во время пускового периода отключается, пока работа двигателя не будет стабильной. Если активирована отмена ограничений или команда по оборотам от рукоятки телеграфа отличается от измеряемых в RPM в пределах заданных пределов, то система отключения цилиндров блокируется, и все цилиндры будут работать.

Функция Аварийная Остановка (1 – 6) - активированы какие-либо датчики аварийной остановки и двигатель автоматически будет остановлен. Будет активирован соленоидный клапан аварийного стопа и в регулятор поступит команда на нулевую уставку топливной рейки. Двигатель остановится.

Отметим входные сигналы для датчиков аварийной остановки: Аварийная остановка 1 (установлена на разнос-overspeed); Аварийная остановка 2-6 (определяется

конкретным проектом); Заказная Аварийная остановка 1-5 (определяется конкретным проектом); Входные сигналы датчиков могут быть цифровыми (вкл/выкл) или аналоговыми;

Сигналы аварийной остановки могут быть двух типов: отменяемые и неотменяемые. Неотменяемые аварийные остановки немедленно останавливают двигатель.

Отменяемая Аварийная Остановка - в течение времени предварительного предупреждения имеется возможность отменить аварийную остановку. Для отменяемых аварийных остановок предусмотрена задержка по времени. Время задержки может быть отрегулировано индивидуально для каждого датчика. Вышеупомянутая индикация будет отражена на LCD-дисплее панели АСР.

Функция «Аварийный Стоп» - имеется возможность подсоединить к системе защиты до 5 кнопок аварийного стопа. Они могут находиться на левом крыле мостика, правом крыле, на мостике, в ЦПУ и в блоке аварийного поста (установлен на двигателе). Соленоидный клапан аварийной остановки активируется непосредственно через блок аварийного поста, когда нажата одна из кнопок. Сигнал “Stop” посылается через CAN. В регулятор поступает команда на нулевую уставку топливной рейки. Двигатель остановится; на АСР появится сигнал «Аварийный стоп—emergency stop» и информация о том, какая из кнопок Аварийного стопа была активирована. **Аварийный стоп может быть активирован** из всех Постов управления в любое время, независимо от Позиции Управления. Аварийный стоп отключается – надо нажать кнопку еще один раз.

Аварийная остановка при разносе - определяется системой определения RPM при помощи таходатчиков, которые смонтированы у маховика и в случае, когда обороты превышают уровень разноса (109% МДМ, регулируемые). Постоянный сигнал от системы определения RPM подается на вход аварийной остановки в ESU для активации соленоидного клапана аварийного стопа. Система определения RPM при помощи двойной CAN подаст команду аварийной остановки двигателя в CAN, систему Защиты и систему Регулирования - приведет к активации соленоидного клапана аварийного стопа и переводу топливной рейки в нулевую позицию. Двигатель остановится и на АСР покажется аварийный сигнал «Разнос» (over-speed).

Функция снижения нагрузки - двигатель автоматически уменьшит скорость в соответствии с замедлением (регулируемым) с любого активированного датчика снижения нагрузки. Сигнал снижения нагрузки будет направлен в систему CAN и/или Регулятор. Индикация снижения нагрузки “slow down” появится на АСР. Входные сигналы датчиков снижения нагрузки: Снижение нагрузки 1-20 (определяется конкретным проектом). Входные сигналы датчиков могут быть цифровые (вкл/выкл) или аналоговые. Сигналы снижения нагрузки могут быть настроены как отменяемые или неотменяемые.

Неотменяемые сигналы снизят обороты двигателя незамедлительно, а на отменяемые будет действовать задержка. Время задержки может быть откорректировано индивидуально для каждого датчика. Отменяемые снижения нагрузки могут быть отменены индивидуально с АСР, независимо от позиции управления. Можно отменить все снижения нагрузки при управлении с мостика, при управлении из ЦПУ и при управлении с аварийного поста.

Снижение нагрузки автоматически «сбрасывается» после деактивации (отключения) датчика, как альтернатива, при деактивированном датчике Рукоятка на мостике должна быть установлена ниже уровня снижения нагрузки. Неотменяемое снижение нагрузки вызовет немедленное снижение скорости после того, как закончится задержка по времени. Процесс снижения нагрузки: ЦПУ (автоматически при помощи регулятора или вручную оператором); Местный Пост управления (вручную при помощи местного устройства регулирования скорости).

Отметим элементы компонентов системы контроля и управления оборотами двигателя: ACP, DGU, RPMD, датчики и электрический актюатор.

Функциональные возможности цифрового Регулирования: Контроль за оборотами двигателя в зависимости от уставки Рукоятки управления; Защита двигателя от перегрузки; Режим «постоянное топливо» (увеличивает «мертвую зону» для регулировки скорости); Смазка цилиндров в зависимости от нагрузки (опция).

Функции актюатора: Установка топливной рейки в нужную позицию, в зависимости от команды, идущей от регулятора; В случае серьезной неисправности, заблокировать подачу топлива для поддержания скорости движения и тяги.

Функция ограничения по продувочному воздуху - «Ограничитель топлива по продувочному воздуху» ограничивает топливо в соответствии со значением давления, измеренного датчиком в коллекторе продувочного воздуха. Кривая ограничителя должна быть задана в соответствии со спецификацией изготовителя двигателя.

Функция ограничения по крутящему моменту - «Ограничение топлива по крутящему моменту» ограничивает топливо в соответствии с измеряемыми оборотами.

Ограничительная кривая должна быть задана в соответствии со спецификацией изготовителя двигателя.

Пусковая топливная уставка - если активирован пуск из системы дистанционного управления, регулятор установит для топливных насосов Предварительно заданный Топливный Индекс. Пусковая Топливная Уставка будет деактивирована, как только двигатель пройдет уровень Пусковой Уставки по оборотам.

Внешний стоп, Аварийная Остановка, Аварийная остановка, Превышение скорости (разнос) и аварийный стоп от системы защиты - посылаются через CAN на регулятор, который устанавливает топливный актюатор в позицию «Нулевое топливо».

Вход Снижения Нагрузки - функция снижения нагрузки активируется, когда из системы защиты действует входной сигнал на снижение нагрузки, который направляется по CAN линии на регулятор, и ограничивает через RPM до уровня «Снижения нагрузки» (slow down) - данный параметр можно корректировать.

Ручное ограничение RPM и топлива - функция ручного ограничения RPM и Топлива включены в качестве стандартных в систему электронного регулирования.

Ограничение максимальных RPM или максимального топливного индекса может быть осуществлено оператором из ЦПУ. Отмена ограничений - топливные ограничители по продувочному воздуху и крутящему моменту могут быть превышены на 10% - функция отменяет Ручное ограничение по топливу и все ограничения и активирует «Тяжелый пуск».

Изменение количества цилиндрической смазки в зависимости от изменения нагрузки (Опция) - регулятор может, в качестве опции, управлять функцией «Изменения количества Смазки в зависимости от изменения Нагрузки» для

двигателей MAN B&W. Регулятор будет управлять соленоидным клапаном системы смазки, который увеличивает количество смазочного масла, если будет выявлено явное и постоянное изменение нагрузки. 2.3.9.

Потери мощности (отключение системы) - топливная рейка заблокируется в последней позиции для поддержания скорости и тягового усилия. Когда мощность будет восстановлена, регулятор проверит фактическую скорость двигателя и уставку скорости и после этого будет автоматически восстановлены стандартные регулировки.

Определение RPM - система AutoChief C20 оборудована двумя независимыми системами измерения RPM - системы непрерывно гарантируют точное измерение оборотов от таходатчиков и подают аварийные сигналы в случаях обнаружения отклонений.

Система регулирования AutoChief C20 получает информацию о действующих RPM от системы определения оборотов по прямой линии связи RS422 и в качестве дублирующей линии - по CAN.

Отмена «Аварийной Остановки» (Cancel SHD) - во время нормальной работы появится сообщение об Аварийной Остановке. Оно появится, независимо от того, отменяемая Аварийная Остановка или нет. Если она отменяемая и требуется поддержание скорости судна, то следуйте инструкции. Между обнаружением и активацией Аварийной Остановки всегда имеется временная задержка. Аварийная Остановка должна быть отменена до начала активации.

Для «Автономной Системы Защиты и Регулирования» (стандарт MAN Diesel) производства Kongsberg Maritime, кнопки «Отмена аварийной остановки» (CANCEL SHD) - отключены, исключая LED-индикаторы.

Активация «Отмены аварийной остановки» осуществляется при помощи системы дистанционного управления Alpha - при активации должна загореться красная LED - индикация на Левом ряду в ACP, обозначенная - CANCEL SHD.

Отмена «Снижения Нагрузки» (Cancel SLD) - во время нормальной работы появится сообщение о Снижении Нагрузки (оно появится, независимо от того, отменяемое Снижение Нагрузки или нет. Если функция отменяемая и требуется поддержания скорости судна, следуйте инструкции.

Между обнаружением и активацией Снижения Нагрузки всегда имеется временная задержка.

Функция Снижение Нагрузки должна быть отменена до начала активации. Для «Автономной Системы Защиты и Регулирования» (стандарт MAN Diesel) производства Kongsberg Maritime, кнопки «Отмена Снижения Нагрузки» (CANCEL SLD) отключены, исключая LED-индикаторы.

Активация «Отмены снижения нагрузки» осуществляется при помощи дистанционной системы Alpha. При активации должна загореться красная LED-индикация на левом ряду ACP - CANCEL SLD.

Отмена ограничений - Cancel limits - для «Автономной Системы Защиты и Регулирования» (стандарт MAN Diesel) производства Kongsberg Maritime, кнопки «Отмена ограничений» (Cancel limits) отключены, исключая LED-индикаторы.

Активация «Отмены ограничений» осуществляется при помощи дистанционной системы Alpha. При активации должна загореться красная LED - индикация на левом ряду ACP, обозначенная - CANCEL limits. Нажмите кнопку «Отмена ограничений» (Cancel limits) еще один раз и функция будет заблокирована.

Отключение Звукового сигнала (Sound off) - если звуковая сигнализация в АСР включена, то нажмите кнопку «Sound off» на АСР для отключения звонка. Led-индикация будет гореть, пока кнопка нажата.

Подтверждение аварии (Alarm Ack) - 1. Нажмите кнопку «Подтверждение аварии» (Alarm Ack) на АСР. 2. Загорится LED-индикация сбоку сенсорных клавиш «Аварийные сигналы» (Alarms) и «Система Защиты» (Safety System). 3. Используя многофункциональную кнопку для выбора окна «Аварии» (Alarms). Нажмите на кнопку для активации «окна». 4. Обратите внимание на окно Аварий и отметьте, какие аварийные условия там представлены.

Динамические индикации “Home” – показываются все различные сообщения, которые могут появиться на картинке “Home”. Серое поле ниже аналоговых приборов является строкой текущего состояния для индикации аварий.

Аварийные сигналы красные, а Подтвержденные - снова становятся серыми.

Нижняя секция странички - меню, где оператор может выбирать подменю при помощи многофункциональной кнопки.

Сенсорные клавиши или рабочие поля на картинке будут подсвечиваться при использовании оператором поворотной кнопки.

Ограничители двигателя (Engine limiters): 1. Выберите окно «Limiters». На экране появится окно «Ограничители—Limiters». 2. При помощи поворотной кнопки найдите «Lim. Curves» (Кривые ограничений). 3. На данных кривых можно производить мониторинг ограничителей по продувочному воздуху и крутящему моменту. 4. Выберите сенсорную клавишу «Установить Ограничитель» (Set Limiter). 5. Ручной Ограничитель RPM может быть откорректирован путем перехода на поле «Manual RPM Limiter». 6. Нажмите поворотную кнопку для активации поля. 7. Откорректируйте значение Ограничителя RPM, при помощи поворотной кнопки.

8. Нажмите кнопку для ввода нового значения Ограничителя RPM. 9. Ручной Топливный Ограничитель может быть откорректирован при помощи такой же самой процедуры.

1. Выберите окно меню «Разное -Misc.». 2. Нижняя секция базовой страницы изменится на строку меню «Разное-Misc». 3. Выберите окно «Палитра - Palette». 4. Имеются следующие палитры: День - Day, Рассвет -Dawn, Ночь - Night. 5. Каждая палитра может быть выбрана вручную при помощи поворотной кнопки. 6. Другой потенциометр служит для установки предела и индивидуальной корректировки в пределах каждой палитры. 7. **Выберите окно «Характеристика двигателя» (Engine Data). Уставки на странице производятся во время Ввода в эксплуатацию двигателя и не могут быть изменены.** Информация включает тип двигателя, тип винта, обороты и МДМ, количество цилиндров. 8. Выберите окно «Дата и Время» (Date & Time). 9. Используя поворотную кнопку, можно выбрать любое поле для корректировки даты и времени.

10. При выборе сенсорной клавиши «Установка времени» (Set Time) позволяет делать корректировки. 11. Выберите окно «Доступ Пользователя» (User Access). 12. Используя поворотную кнопку, можно выбрать «Входной» уровень при активации одного из следующих полей: 13. В зависимости от выбранного уровня входа, потребуется специальный пароль. 14. Для ввода пароля появляется всплывающее окно, используйте поворотную кнопку для ввода требуемого пароля. 15. Нажмите ОК в диалоговом окне. Состояние поля рядом с уровнем доступа изменится на «Активное». 16. Когда уровень

доступа будет принят, то другие поля «Доступа Пользователя» станут доступными для корректировок. Внимание! Требуемый пароль можно заказать у Kongsberg Maritime AS. 17. Для замены пароля Индивидуально для каждого Уровня выберите один из Уровней Допуска на поле «Заменить пароль» (Change Password). 18. Напечатайте новый пароль в диалоговом окне. Ввод может контролироваться в левой нижней секции диалогового окна. 19. После введения нового пароля для выбранного уровня доступа, нажмите «ОК» в диалоговом окне. 20. Для изменения «Времени ожидания» (Timeout) выберите один из параметров Времени Ожидания. В данном примере было выбрано Время Ожидания для уровня «Пользователь—User». 21. Нажмите кнопку для возможности изменения данной величины. 22. Используя поворотную кнопку, выберите фиксированное значение данного параметра. 23. Нажмите кнопку для активации произведенного изменения.

Изменение Параметра: 1. Выберите сенсорную клавишу «Изменение Параметра» (Parameter Change). 2. Обзор главных функций—Main Function Overview. 3. Выберите сенсорную клавишу «Пуск/Стоп/Реверс» (Start/Stop/Reversing). 4. Из обзора «Подфункций» (Sub Function Overview) возможно выбрать параметры, относящиеся к «Пуск/Стоп/Реверс» (Start/Stop/Reversing). 5. Выберите сенсорную клавишу «Медленный Проворот» (Slow Turning). 6. Данное меню содержит параметры для «Медленного Проворота». 7. Выберите значение параметра для корректировки или проверки. 8. Нажмите кнопку для изменения значения параметра. 9. Корректируйте значение путем поворота кнопки.

10. Нажмите на кнопку для активации измененного значения параметра. 11. Значение параметра изменено; для возвращения в подменю выберите «Подфункции (Sub Functions)». 12. Если хотите вернуться к основному меню параметров, то выберите «Основные Функции» (Main Functions).

Меню «Разное 2»(Misc.2): 1. Выберите меню «Разное 2» (Misc.2). 2. Из данного меню возможно производить разные тесты в системе. 3. Выберите сенсорную клавишу «Проверка лампочек» (Lamp Test). 4. Все лампочки на АСР будут гореть для целей теста. 5. Когда сенсорная клавиша «Lamp Test» автоматически выключится, то 6. выберите сенсорную клавишу «Испытание Аварий» (Alarm Test). 7. Данная функция для испытания аварийных сигналов АСР и связанных с ней систем. 8. С аварийным сигналом необходимо обращаться в соответствии со стандартной процедурой. 9. Для отключения функции активируйте сенсорную клавишу еще один раз. 10. Выберите окно «Узлы» (Nodes). 11. Данное окно применяется только для Информирования оператора о Статусе каждого связанного узла в данной системе. 12. Используйте Поворотную кнопку для просмотра каждого узла. 13. Нажмите кнопку для входа в Перечень. 14. Прокрутите перечень с помощью «Полосы прокруток» справа на Информационном поле. 15. Просмотрите информацию для выбранного узла. 16. Нажмите кнопку для выхода из перечня. 17. Выберите окно «Недействительные Теги» (Invalid Tags). 18. Данное окно используется только для информирования оператора о том, какие Теги системы не действуют.

Система Защиты: 1. Выберите окно «Система Защиты»(Safety System). 2. Базовое окно (Home) останется, но нижняя секция будет содержать другой набор сенсорных клавиш. 3. Используйте поворотную кнопку и перейдите к сенсорной клавише «Аварийная Остановка» (Shut Down); нажмите кнопку один раз. 4. На дисплее появится перечень всех активных входов Аварийной Остановки. 5. Если сенсорную клавишу «Shut

Down» нажать еще один раз, на дисплее появится перечень всех Аварийных Остановок системы. 6. Выберите окно «Снижение Нагрузки» (Slow Down). 7,8. На дисплее увидим перечень всех активных входов «Снижения Нагрузки». 9. Нажмите «Slow Down» еще один раз. 10. Если сенсорную клавишу «Slow Down» нажать еще один раз, на дисплее появится перечень всех Снижений Нагрузки системы. 11. Выберите окно «Детектор оборотов» (RPM Detector). 12. На экране появится окно Детектора RPM. 13. На этой картинке можно следить за работой четырех таходатчиков системы. 14. Для «сброса» счетчика оборотов активируйте «Сброс» (Reset). Дополнительно, нажмите «Alarm Ack» для подтверждения. 15. Для «Сброса» счетчика часов активируйте «Сброс» (Reset). Дополнительно, нажмите «Alarm Ack» для подтверждения.

Функция имитации RPM - для имитации RPM нажмите сенсорную клавишу «RPM Simulate». 1. Имейте в виду, что система управления пропульсией будет использовать имитированные RPM для ссылок. 2. Для включения имитации RPM необходимо ввести пароль. 3. Для корректировки RPM во время имитации вращайте поворотную кнопку. Функция Теста на Разнос - возможно осуществить функцию теста аварийной остановки из картинки детектора RPM.

Уровень разноса для теста может быть отрегулирован на более удобный уровень. Для его проведения: 1. Включите функцию «Уровень теста на разнос» (Overspeed Test Level). 2. Выберите уровень теста для корректировки и нажмите кнопку. 3. Вращайте поворотную кнопку для корректировки уровня RPM для теста на Разнос. 4. Нажмите кнопку для активации Уставки. 5. Когда двигатель достигнет Уровня Теста на Разнос, будет активирована функция Аварийной Остановки. 6. Не забудьте выключить функцию Теста на Разнос, когда тест закончен. 7. Нажмите «Аварийный Стоп» (Emergency Stop). Если ни один из Аварийных стопов не действует, окно будет пустым. 8. Для мониторинга всех активных выключателей Аварийного стопа нажмите «Аварийный Стоп» (Emergency Stop) еще один раз. 9. На дисплее появится состояние всех выключателей аварийного стопа. 10. В случае возникновения отказа цепи или активации выключателя аварийного стопа, загорится красная индикация.

Отметим специфику технического обслуживания бортовых систем обученными сервисными механиками или инженерами с опытом работы с электронной и цифровой аппаратурой, в части проектирования компьютерного и электромеханического оборудования.

Информационный уровень основан на концепции технического обслуживания компании Kongsberg Maritime: судовой технический персонал с помощью документации и функции встроенного контроля системы имеет возможность идентифицировать неисправности, локализовать их и заменить основные узлы, модули и компоненты на уровне быстросменных блоков (LRU). Однако, даже специалисты не должны пытаться ремонтировать блоки LRU. Чистка с применением абразивных материалов или сильнодействующих химических средств не рекомендуется, так как может привести к повреждению системы. Предупреждение! Отключайте электропитание перед заменой любых деталей! Внимание: Блоки AutoChief C20 не ремонтируются в полевых условиях. Любые попытки ремонта приведут к потере гарантии. Упакуйте неисправные узлы в коробки от сменных блоков и пошлите их для ремонта на Kongsberg Maritime. Рекомендуемые инструментарий и документация: Установочные чертежи; Цифровой универсальный измерительный прибор; Сенсорное имитирующее устройство; Отвертка для проводных выводов: плоская 3 x 0,7 mm;

Отвертка для панели экрана: плоская 7 x 1.0 mm; Отвертка Pozidrive - POZI #1; Кабельные соединения.

Kongsberg Maritime рекомендует программу технического обслуживания системы AutoChief C20: Управления Пропульсивным режимом, включая управление технологическим процессом и управление режимом электропитания.

Еженедельно: Очистите все операторские панели, проведите в оперативном режиме испытания лампочек и функциональные испытания узлов. Очистите все фильтры узлов, оборудованных вентиляторами. Каждые 3 месяца: Проверьте таходатчики. Каждые 6 месяцев: Проверьте кабели и кабельные входы, винтовые соединения электровыводов, соединения предохранителей и разъемов.

Ежегодно: Проверьте и, если необходимо, откалибруйте входные датчики и выходные актюаторы в соответствии с инструкциями изготовителей. Для получения рекомендаций по графику профилактического обслуживания по проверке точек замера и аварийной сигнализации необходимо обращаться в Классификационные Общества и/или по Плану по техническому обслуживанию судна (или Местному Плану по техническому обслуживанию).

Компания Kongsberg Maritime рекомендует, чтобы работа каждого узла и его функция проверялись после каждого крупного технического обслуживания. Под крупным ТО понимается демонтаж, проверка, калибровка и повторная установка или замена датчиков давления, температуры и т.д. После ТО такого типа рекомендуется, чтобы каждый узел был снова введен в эксплуатацию в соответствии с инструкцией производителя оборудования.

Отметим график технического обслуживания узлов, оборудованных лампочками и/или кнопками проверки функций. Нажатие на кнопки проверки функций не прервет нормальную работу системы. Для каждого из указанных узлов еженедельно выполняйте: Очистите поверхности блоков. Вытрите поверхности чистой влажной тряпкой. Для более интенсивной очистки используйте чистую, влажную тряпку, смоченную в растворе мягкого средства для мытья посуды и воды. Выжмите ее тщательно перед вытиранием блока. Не применяйте растворы, содержащие растворитель или алкоголь.

Блоки DPU не требуют еженедельного обслуживания. Каждые 3 месяца рекомендуется визуальная инспекция частей системы для предотвращения неполадок и гарантии безопасной работы.

Для Тахо-датчиков: очистите от грязи и проверьте зазор (когда двигатель остановлен).

Каждые 6 месяцев проверьте узлы системы: Проверьте кабели и кабельные входы на предмет повреждений; Затяните все винтовые электросоединения; Затяните все разъемные соединения.

Ежегодное обслуживание - рекомендуется визуальная инспекция узлов системы для предотвращения неполадок и гарантии безопасной работы.

Каждый год проверяйте и, если необходимо, калибруйте входные датчики и выходные актюаторы в соответствии с инструкцией изготовителя.

Как правило, нет необходимости делать повторную калибровку датчиков, если входной сигнал верный. Сравните входной сигнал данной системы с входными сигналами в других системах или местных измерительных приборах.

В частности для топливной рейки: проверьте позицию максимального топлива на топливных насосах, отрегулируйте параметр максимального топлива регулятора (когда двигатель остановлен).

Для получения рекомендаций по графику профилактического обслуживания по проверке точек замера и аварийной сигнализации необходимо обращаться на Классификационные Общества и/или к Плану по техническому обслуживанию судна.

Классификационные Общества обычно рекомендуют графики от 3-месячного до 6-месячного.

Устранение неполадок блоков DPU - коды ошибок блоков DPU; все блоки DPU имеют встроенную систему самотестирования, которая выводит отчет об ошибках на АСР.

При возникновении ошибки коммуникации одного из блоков DPU проделайте: Определите в каком блоке возникла ошибка. Проверьте светодиодные индикаторы питания и состояния блока. Зеленый цвет указывает, что питание подается, а красный сигнализирует о неправильной полярности подключения питания.

Следуйте нижеперечисленным мерам при обнаружении неисправности. Нормальная работа (Normal operation): Показывает, что блок в порядке. Проверьте кабели. Перезапустите блок, отключив и снова включив питание. Если АСР продолжает сигнализировать об ошибке, замените

блок. Не загружено программное обеспечение. Показывает, что в блок не загружено основное программное обеспечение. Не установлено в «Исходное» состояние» (Not initialised).

Световая индикация: Красный (Watch Dog), и Зеленый (Power). Верните изделие поставщику. Программное обеспечение остановлено (Application stopped). Световая индикация: Watch Dog Красный (Watch Dog), и Зеленый (End Init). Запустите повторно, выключив и снова включив питание. Если индикатор WatchDog продолжает гореть, то замените модуль. Питание с обратной полярностью - Световая индикация:Красный (Power). Подсоедините питание правильно и перепроверьте. Если индикация Power продолжает гореть, то замените модуль.

Отсутствует питание - Световая индикация: Отсутствует. Проверьте подвод питания и проводку. Если электропитание и проводка в порядке, то замените модуль. Блоки DSU и ELACT имеют встроенные функции самоконтроля. Сообщения о неисправностях расшифровываются с помощью специальных инструкций пользователя OMRON.

Для ссылок используйте: Инструкция по эксплуатации - OMRON Operation Manual Инструкция - MCW151 Series Motion Control Option Board Модели: R88A-MCW151-E и R88A-MCW151-DRT-E. Исправленное издание - Март 2003. Руководство Пользователя OMRON модели R88M-W_ (AC Сервомоторы); модели R88D-WT_ (AC Серво Приводы); AC Сервомоторы/Сервоприводы. Исправленное издание – Март 2003.

Замена АСР - проделайте следующее: Отвинтите монтажные винты. Приподнимите блок. Отсоедините силовой кабель, затем кабель данных. Поместите новый блок на месте старого. Подсоедините кабель данных, затем силовой кабель. Установите блок на его место. Надежно затяните винты. Проверьте и убедитесь, что блок работает правильно.

ВНИМАНИЕ! АСР опломбированы и не содержат частей, подлежащих ремонту. Вскрытие данных блоков повлечет снятие с гарантии. Все DPU похожи друг на друга. Убедитесь, что блок для замены того же типа, что и вышедший из строя.

Типовые данные находятся на бирке каждого блока.

ВНИМАНИЕ! Никогда не заменяйте более одного блока одновременно.

4. Содержание отчета

Отчет должен содержать: *таблицу изученных элементов ИАС с пропульсивной установкой в СЭУ; составленную схему поиска и выявленных ключевых элементов из КТС в АСУСЭУ от ведущих компаний через Интернет.*

Лабораторная работа 2

Изучение элементов мехатроники в системе управления дизелем

1. Цель работы

1. Цель работы: изучение на базе комплекса технических средств судовой мехатроники элементов автоматизации процессов: наблюдения, изменения настроек, выбора и переключения программ, определения очередности включения резервов в автоматизированной системе управления судовой энергетической установкой на базе дизеля типа RT Flex.

2. Основные теоретические положения

В автоматизированной системе управления судовой энергетической установкой класса - А1 на базе дизеля типа RT Flex следует выделить новые элементы сетевых технологий управления: «AutoChief C20» - главным дизелем; «RIO-C4» - генераторами и энергоустановками; «TME-152» с электропневматическим клапаном типа «HTS» - котельной установкой; «Daeho» типа «V15» - вязкостью топлива; «AutroSafe» с центральным блоком управления «BS320» - пожаротушением; «XFlow» с системой управления типа «CS4000» - локального пожаротушения. Следует отметить цифровые регуляторы температуры и давления для вспомогательных мультиплексорных систем поддержания на заданном уровне: температур воды, масла, топлива (с диапазонами: «0-100°C» и «0-150°C»); давления пара (с диапазоном «0-20 bar»).

В Diesel Engine Control and Optimizing Specification (DENIS-9520) выделяют системы на основе Dual CAN и Dual LAN серверно-сетевое управления: AutoChief C20, DataChief C20 и Wärtsilä Engine Control System (WECS-9520). Первые две - Kongsberg Maritime C20 Automation System. WECS-9520 разработала Engine Management & Automation (EMA) для двигателей Sulzer RT flex.

В AutoChief C20 управляют топливоподачей в дизель через Рукоятку управления (LTU) - «Телеграф» и «Топливоподача». AutoChief C20 соответствует требованиям IMO, IACS и международным морским правилам. В AutoChief C20 выделим: Контрольные панели; Систему дистанционного контроля; Машинный телеграф; Систему защиты двигателя; Систему электронного регулирования частоты вращения вала главного двигателя; Запоминающее устройство маневровых режимов; Блоки распределённой обработки данных.

Панель управления (АСР) устанавливается в CONTROL ROOM. АСР отображает: состояния работы подсистем; элементы системы безопасности двигателя; обеспечивает настройки и управление подсистемами. В АСР входят: панельный цветной жидкокристаллический дисплей, специализированные панели с кнопками и индикацией. Выделим многофункциональную кнопку-манипулятор «джойстик» для быстрого доступа ко всем процессам и функциям в подсистемах в том числе и через цветной дисплей. Ключевые элементы процессов отображаются в табличной и графической форме: частота вращения, давление наддува и пускового воздуха элементы схем узлов агрегатов двигателя в том числе и в форме международных условных графических и мнемонических обозначений. АСР может быть установлена в любую стандартную консоль. Обеспечена защита доступа для ряда уровней использования. АСР обеспечивает управление процессами: блокировки противоположного направления вращения; передачи управления с мостика в ЦПУ и обратно; передачи управления на местный пост управления; отмены аварийной остановки и аварийного снижения оборотов; квитирования аварийной ситуации; выключения аварийной звуковой сигнализации; изменения параметров управления; индикации основных параметров и настроек. Особо выделим управление процессами с Прямым доступом (аварийный стоп, отмена аварийной остановки и аварийного снижения оборотов, подтверждение аварийных сигналов, отключение аварийной сигнализации) через нажимные кнопки с индикацией.

Рукоятка и телеграф (LTU) позволяет управлять заданием направления вращения и частоты вращения главного двигателя. LTU перемещается в одиннадцать фиксированных положений для задания частот вращения вала в главном двигателе в направлениях: Вперёд или Назад. Фиксированные положения: Вперёд; Самый малый, Малый, Средний, Полный, Навигационный полный; Стоп; Назад; Самый малый, Малый, Средний, Полный, Аварийный назад. Для задания необходимой частоты вращения LTU может быть поставлена между фиксированными положениями. Для более тонкой настройки частоты вращения двигателя можно воспользоваться функцией «Тонкая настройка параметра», которая реализована в АСР.

Блок управления с крыла мостика (BWU) на основе панели обеспечивает выполнение процессов через кнопки: аварийной остановки; передачи управления; подсветки и проверки ламп. Имеет индикаторы и Рукоятку управления с той же шкалой делений, что и Рукоятка управления на мостике. Для задания требуемой частоты вращения вала главного двигателя Рукоятка управления должна быть передвинута в необходимое положение. Следует отметить встроенную подсистему « сетевого электрического вала» для синхронного передвижения в соответствующие положения Рукояток управления в центре, на мостике и на другом крыле мостика.

Кнопочный телеграф (РВТ) добавлен к блоку LTU и выполняет в машинном отделении функции типового телеграфа для оператора с целью быстрого Получения/Передачи сообщений между мостиком, ЦПУ и МПУ: Вперёд; Самый малый,

Малый, Средний, Полный, Навигационный полный; Стоп; Назад; Самый малый, Малый, Средний, Полный, Аварийный назад. Кнопки нажимаются для Принятия и Подтверждения Приказов, получаемых с мостика. В телеграфе расположена кнопка для Проверки Индикаторных ламп и кнопка Аварийной остановки.

3. Порядок выполнения работы

Получить задание у преподавателя.

Задание представляет собой таблицу, в которой перечислен набор изучаемых элементов мехатроники в системе серверно-сетевого управления судовой энергоустановкой с учетом ограниченных возможностей лабораторной установки (стенда).

Выполнить на базе стенда ряд этапов работы приведенных ниже по изучению элементов мехатроники в системе серверно-сетевого управления и составить схемы, выявленных технологий управления судовой энергоустановкой.

Интегрированные Панели управления местных постов (MCP). Одна из панелей расположена в ЦПУ, вторая - на местном посту управления в Блоке управления E-25 системы WECS-9520.

Обе панели MCP имеют прямой доступ к управлению двигателем через систему WECS-9520 с реализацией основных функций защиты и управлений воздухоудувками.

На панели в ЦПУ (MCP) расположены следующие органы управления, реализующие следующие функции: Кнопка передачи управления; Кнопки «ВПЕРЁД», «СТОП», «НАЗАД»; Функции защиты; Отмена аварийной остановки; Кнопка проворачивания на воздухе; Кнопки управления воздухоудувками; Индикация основных параметров; Потенциометр для задания (работает в двух режимах); Режимы управления: по частоте вращения (Speed mode) или по количеству топлива (Fuel mode); Выключение аварийной звуковой сигнализации; Квитирование аварийной ситуации/

На панели, расположенной в местном посту управления (LCP) находятся те же самые органы управления, но дополнены динамиком звуковой сигнализации и кнопочным телеграфом.

Через две CAN измерительные и управляющие модули (DPU) с встроенными микропроцессорами выполняют различные процессы, например, обнаружения выхода за определенные границы величины контролируемого сигнала. Нежелательные аварийные сигналы подавляются во время запуска и аварийной остановки двигателя. Информация о состоянии главного двигателя постоянно отслеживается **станциями дистанционного управления (ROS) системы централизованного контроля DataChiefC20**, которая входит в состав AutoChiefC20, как самостоятельный модуль. Через распределенные по судну DPU и систему DataChiefC20, входящих в AutoChiefC20, упрощается распределенное серверно-сетевое управление процессами: выдачи сигнала аварии с цветовым и звуковым указанием места аварии с многоплановым сопровождением различной служебной информации о аварийном процессе.

Отметим возможности блоков распределенной обработки (DPU).

1. Блок Интерфейса Главного Двигателя (MEI) оснащён рядом цифровых и аналоговых входных\выходных модулей с встроенными интерфейсами для CAN.

2. Блок системы защиты (ESU) выполняет функции системы защиты и аварийной остановки двигателя. В ESU используются цифровые модули: отслеживания параметров главного двигателя: частоты вращения двигателя; положения кнопок

аварийной остановки двигателя; управления соленоидами напрямую и с функцией проверки цепи.

3. Блок электронного регулятора (DGU) управляет частотой вращения главного двигателя. В DGU поступают все сигналы, необходимые для регулирования частоты вращения, причем DGU будет продолжать работать как независимый блок даже в случае выхода из строя CAN. DGU оборудован 4-мя интерфейсами для CAN и 2-мя интерфейсами для RS422/RS485. DGU управляет процессами: Автоматического регулирования частоты вращения вала главного двигателя; Автоматического ограничения режимов работы главного двигателя по наддуву, крутящему моменту и другими (Ручное ограничение работы двигателя по оборотам, подаче топлива и т.д. Прохождение зон критической частоты вращения. Автоматическое снижение оборотов).

4. Распределительный модуль частоты вращения двигателя (RPMID)

состоит из 2-х блоков измерения частоты вращения (RPMU). Модуль измеряет и обрабатывает данные о частоте вращения двигателя, используя 2 блока RPMU. Такая комплектация гарантирует безотказную работу системы. Каждый блок RPMU имеет 2 входных канала для подключения датчиков оборотов, 1 релейный выход, 1 выход на соленоиды, две на CAN и 1 выход на RS422/485.

5. Блок дистанционного аналогового входа (RAi-16) с 16 аналоговыми и цифровыми входными каналами для сбора всех сигналов от подсистем автоматике, используемых на современных морских судах. RAi-16 измеряет выходные сигналы от датчиков (по напряжению, току и сопротивлению в различных пределах и масштабах в технических единицах), поддерживает частоту опроса 5-500 Гц по одному из каналов. Имеет встроенный интерфейс для CAN. Основные функции: Проверка сигнала на выход за предельные значения; Задержка сигнала; Наблюдение и сигнализация по все каналам; Защита датчиков от перегрузки; Обработка ошибок CAN.

6. Блок дистанционного цифрового входа (RDi-32 & RDi-32a) -

многофункциональное устройство, которое реализует каналы для большинства выходных сигналов в морских автоматических системах и имеет 32-а цифровых входных канала. Блок имеет интерфейс для двух CAN. Основные функции: Проверка сигнала на выход за предельные значения; Задержка сигнала; Наблюдение и сигнализация по все каналам; Защита датчиков от перегрузки; Обработка ошибок CAN.

7. Блок зональной защиты CAN по линии (PSS). В CAN используется витая пара и обе линии подвержены короткому замыканию и сбоям от не зарытых процессов. Линии с коротким замыканием или с разрывом должны сразу получать полную изоляцию данной зоны от других исправных. Это важно для зон подверженных пожарам или затоплению. Блок защищает две CAN. Основные функции: Защита двух линий в CAN; Увеличение количества разветвлений CAN.

Отметим основные процессы в AutoChief C20. Блокировка пуска. Считывание сигналов неисправности от системы защиты. По низкому давлению пускового воздуха. По неисправности воздуходувок. Неисправность пуска. По 3-м неудачным пускам двигателя. По превышению предела времени торможения. По превышению предела времени пуска. По превышению предела времени медленного проворачивания. По превышению оборотов медленного проворачивания. По неисправности в системе измерения частоты вращения. Двигатель не готов к работе. По неисправности системы WECS-9520. По положению «Валоповоротное устройство введено». По положению «Заблокирован главный пусковой клапан». Пуск главного двигателя. Предварительная подача цилиндрического масла.

Функция медленного проворачивания. Функция нормального пуска. Функция повторного пуска. Неудавшийся пуск/неисправность. Пределы оборотов частоты вращения. Предел пусковых оборотов. Настраиваемый предел оборотов частоты вращения. Программа ввода/нагрузки двигателя в режим. Предел набора оборотов частоты вращения по времени. Предел оборотов при аварийном снижении оборотов. Верхний и нижний предел зон (2) критических оборотов. Режимы работы главного двигателя. Штормовой режим. Режим подачи постоянного количества топлива. Нормальный режим. Реверс главного двигателя. Нормальный реверс. Аварийный реверс назад. Остановка главного двигателя.

Отметим вспомогательные процессы в AutoChief C20. Управление воздухоудовками. Управление системой цилиндровой смазки CLU 3. Функции системы защиты. Функции аварийной остановки. По одному из 6 каналов аварийной остановки. Отмена аварийной остановки. По одной из 5-ти кнопок «аварийный стоп». По пределу максимальных оборотов частоты вращения главного двигателя. Функции аварийного снижения. По одному из 20 каналов аварийного снижения оборотов. Отмена аварийного снижения оборотов.

Выделим процесс контроля частоты вращения в DGU. Поддержание заданных оборотов. Защита двигателя от перегрузок. Штормовой режим. Режим подачи постоянного количества топлива. Цилиндровая смазка по нагрузке. По пределу подачи количества топлива по давлению наддува. По пределу подачи количества топлива по крутящему моменту. Аварийная остановка по сигналам с системы защиты. Аварийное снижение по сигналам с системы защиты. Функция ручного управления подачей топлива или заданием оборотов частоты вращения. Отмена пределов подачи топлива (на 10%) по давлению наддува и по крутящему моменту.

Wärtsilä Engine Control System (WECS-9520) разработана для двигателей Sulzer – Wärtsilä RT-flex фирмой Engine Management & Automation (EMA) при Wärtsilä Switzerland Ltd.

WECS-9520 - система контроля, управления и оптимизации работы главного двигателя - оснащены общей магистралью высокого давления (common-rail) топлива и масла, а также серверно-сетевой и мультиплексированной системами распределенных процессов измерений и управлений агрегатами главного дизеля в разных режимах: на низких нагрузках двигателя; улучшения разгона; улучшения контроля распределения нагрузок между цилиндрами; улучшения контроля общей нагрузки; минимизации износа, и увеличения периодов между переборками; улучшения сгорания на всех режимах работы двигателя; уменьшение выбросов в атмосферу; уменьшения внутренних отложений от процесса сгорания.

В двигателях с приставкой «flex» отказались от известных типовых агрегатов судовых дизелей: топливные насосы конструкции "SULZER"; воздухораспределитель; распределительный вал; сервомотор управления; привод распределительного вала.

В двигателях с приставкой «flex» внедрены новые решения: насосы впрыска топлива типа «Bosch» - для 6-7 цилиндрового двигателя (четыре насоса, создающих давление топлива в общей магистрали); общая топливная магистраль (поддерживается давление топлива ~100МПа); узел контроля впрыска (гидравлическое устройство, позволяющее с высокой точностью управлять параметрами впрыска); общая магистраль масла (питаемая двумя плунжерными насосами в 6-7 цилиндровом двигателе, в которой поддерживается давление масла ~20МПа); все функции в системе RT-flex контролируются и управляются через систему WECS-9520 - модульная система с

микропроцессорными блоками управления (FCM-20), расположенными на каждом цилиндре и управляемыми через SIB. Диагностические функции встроены в систему для повышения качества контроля и более высокой надёжности. Блоки системы WECS располагаются на главном двигателе и интегрируются в AutoChief C20 непосредственно на судостроительном заводе. Микропроцессорное управление двигателем предоставляет возможности управления количеством подачи топлива и очередностью работы форсунок для цилиндра, оснащенного тремя форсунками. Например, при частоте вращения двигателя 10-15 оборотов в минуту, работает только одна форсунка цилиндра (с переключением на очередную форсунку через каждые несколько десятков секунд). Во время работы на большой нагрузке работают все три форсунки и с высокой точностью задаются: момент начала впрыска перед достижением верхней мертвой точки; количество топлива, которое попадет в камеру сгорания; давление, под которым подается топливо с работы главного двигателя при минимальном расходе топлива. WECS не выполняет процессы по защите и распределенному управлению другими агрегатами судна.

Компоновку WECS надо рассматривать в совокупности с другими системами распределенного управления.

Основные системы обеспечения управления. Магистраль топлива, управляющего масла и гидропривода. Система управляющего масла. Электрические насосы. Система масла гидропривода. Насосы, навешанные на блок подачи топлива и масла, приводятся приводом от главного двигателя. Автоматический фильтр масла управления и гидропривода. Система топливоподачи. Станция топливоподготовки и электрические насосы. Насосы высокого давления, расположенные на блоке подачи топлива и масла, приводятся приводом главного двигателя. Блок управления впрыском. Система пускового воздуха. Электрогидравлические клапана управления на магистралях высокого давления. Автоматический фильтр масла управления и гидропривода. Электрические насосы масла управления. Блок подачи топлива и масла гидропривода.

Отметим основные элементы и специфику реализуемых процессов. Блок подачи топлива и масла гидропривода (Supply Unit)- служит для поддержания давлений топлива и масла гидропривода в магистралях высокого давления во время работы главного двигателя. Расположен на подвесной платформе и состоит из 4 (количество зависит от размеров двигателя) топливных насосов высокого давления (поз.1), поддерживающих давление в **промежуточном аккумуляторе (поз.3) (Intermediate Accumulator)** на уровне от 700 до 1000 бар.

Топливные насосы управляются актуаторами (поз.4) через топливные рейки (поз.5). Топливные насосы расположены V-образно и оба ряда работают независимо (если выходит из строя один из насосов, то его работу восполняют другие. На блоке подачи располагаются насосы масла гидропривода (поз.2), которые служат для поддержания давления масла гидропривода выхлопных клапанов около 200 бар.

Система управляющего масла обеспечена двумя насосами с электроприводом. Масло на насосы подаётся через автоматический фильтр. Насосы поддерживают постоянное давление в системе управления около 200 бар. При этом на малых нагрузках и во время старта всегда работают два насоса, а на остальных режимах работы главного двигателя насосы находятся в поочередном режиме, т.е. один насос может быть остановлен системой и находится в резерве. Следует обратить внимание, что на стоянке и во время пуска до достижения необходимого давления в системе масла гидропривода

давления с помощью насосов поддерживается давление в системе масла гидропривода около 50 бар.

Магистраль высокого давления (Rail Unit) или «манифолды» высокого давления находятся на верхнем уровне двигателя, непосредственно около цилиндровых крышек и выполняют функцию аккумуляторов топлива и масла, а также для сглаживания скачков давления от насосов и после завершения работы элементов управления. На Rail Unit навешены основные компоненты системы управления: 1. Сервопривод выхлопного клапана. 2. Блок управления впрыском. 3. Возврат масла систем управления и гидропривода. 4. Магистраль высокого давления масла системы управления. 5. Магистраль высокого давления масла гидропривода. 6. Магистраль высокого давления топливоподачи.

Блок управления впрыском (Injection control unit ICU) подает на форсунки топливо из магистрали высокого давления отдельного для каждого цилиндра. Блок состоит из магистральных клапанов (Rail Valves), клапанов управления подачей/впрыском топлива и устройства контроля количества топлива поданного на форсунки (Volumetric injection control VIC).

Магистральные клапаны (Rail Valves) находятся на блоках управления впрыском (3 на цилиндр) и управления выхлопным клапаном (1 на цилиндр). Rail Valves подают масло управления для открытия клапанов управления впрыском и клапана привода для выхлопного клапана. Rail Valves - сверхбыстрые (~2 мс) электрогидравлические (соленоидные клапана), двухпозиционные, т.е. находятся в одной позиции до тех пор пока не поступит сигнал для переключения в другую позицию. Вследствие больших токов активации и термических нагрузок действующих во время активации, клапана активируются только на 4,5 мс - «время включения» определено опытным путём, контролируется и лимитируется системой WECS-9520. Для проверки и безопасности WECS-9520 постоянно посылает сигналы на закрытие, особенно когда главный двигатель останавливается с интервалами около 10 с.

Устройство контроля количества подачи топлива (VIC) находится на каждом цилиндре и служит для определения момента начала подачи и количества поданного топлива с помощью поршня в VIC, соединённого с датчиком который передаёт информацию на FCM-20.

Блок управления выхлопными клапанами (Valve control unit VCU). Масло из системы гидропривода через магистральные клапана подаётся на клапана управления сервоприводом выхлопного масла. Открытие и закрытие выхлопного клапана осуществляется блоком контроля FCM-20.

Управление пусковыми клапанами не имеет специфических элементов.

Элементы блока контроля системы расположены на главном двигателе. Блок обеспечения питания (E-85). Шина обмена данными между внутренними модулями и системой дистанционного управления (E-90). Блок контроля и управления FCM-20 (E-95). Местный пост управления (E-25). Блок детекторов положения коленчатого вала.

Блок обеспечения питания (E85) служит для обеспечения всех модулей бесперебойным питанием по двум независимым линиям 24В постоянного тока. Шина интерфейса/блок связи и обмена данными (SIB) между внутренними модулями и системой дистанционного управления (E-90). Основное назначение обеспечение связи через CAN, MOD, Serial и SSI всех внутренних блоков. В блоке E-90 расположен запасной блок управления FCM-20, находящийся на связи и готовый в случае выхода из строя одного из

блоков, контролирующих заменить его, т.к. постоянно получает обновлённую информацию и программное обеспечение как все остальные, находящиеся в рабочем режиме.

Блок детекторов положения коленчатого вала Crank Angle Unit (CA) необходим для работы блоков управления впрыска топлива и управления выхлопными клапанами (необходимо постоянно иметь информацию о положении коленчатого вала, частоте и направлении вращения двигателя). Чувствительные элементы с момента подачи питания выдают сигналы о положении коленчатого вала главного двигателя. **Два датчика через зубчатый ремень приводятся от коленчатого вала посредством вала специальной конструкции, исключающего передачу аксиальных и радиальных перемещений коленчатого вала на датчики.** Каждый из двух датчиков передаёт информацию о угловом положении вала с оптического диска в систему FCM-20 (считывает импульсы по шинам тактовой частоты и SSI). Два блока FCM-20 являются основными в управлении шиной тактовой частоты. FCM-20 №1 посылает импульсы на датчик №1 и сигнал на остальные блоки по шине №1, а FCM-20 №6 посылает пульсы на датчик №2 и сигнал на остальные блоки по шине №2. Сигналы с двух датчиков о положении коленчатого вала считываются и обрабатываются всеми блоками FCM-20 №1 и №6. Данные после обработки сравниваются с сигналами от датчиков ВМТ, расположенных на маховике, и если происходит несовпадение, выдаётся сигнал о неисправности.

Мультифункциональный микропроцессорный блок управления Flex Control Module 20 (FCM-20). В систему контроля WECS-9520 встроен микропроцессор в блок - FCM-20. В системе отсутствует единый компьютер и всё управление реализовано на ряде блоков в FCM-20, расположенных на каждом цилиндре и в шкафу E-95.1-6. Запасной блок расположен в шкафу E-90 и находится на связи с остальными блоками управления. Все модули между собой для обмена информацией используют внутреннюю системную шину. Каждый модуль также оборудован интерфейсами для CAN и для MODbus, которые используются для подключения к внешним магистралям. Внутренние шины позволяют разделить линии с повышенным уровнем шума (кабели питания и кабели управления магистральными клапанами, от линий низкого напряжения (более чувствительных) – информационные линии или линии подключения датчиков). В верхней левой части блока расположены клеммы для подключения линий высокого напряжения (с высоким уровнем шума – силовые), основные: Управление топливными магистральными клапанами №1-3. Управление магистральным клапаном системы гидропривода. Управление пусковым клапаном. Каналы подачи питания на вспомогательные элементы. Управление элементами систем обеспечения управления. Питание на блок 24 В. В нижней правой части блока расположены клеммы для подключения линий низкого напряжения, основные: Ошибка идентификации цилиндра. Сенсор количества поданного топлива. Датчики положения выхлопного клапана. 2 аналоговых входа от сенсоров/датчиков. Запасной аналоговый вход. Питание на сенсор №1 положения коленчатого вала. Питание на сенсор №2 положения коленчатого вала. Данные с сенсора №1 положения коленчатого вала. Данные с сенсора №2 положения коленчатого вала. Подключение к CAN1. Подключение к CAN-2. Подключение CAN/Module bus 1. Подключение MOD-bus 2-х цифровых входов от сенсоров/датчиков. Аналоговый выход для управления элементами системы. Неполадки в системе питания. Неготовность блока к работе. Неисправность блока.

Таблица 1 - Каналы входа/выходы FCM-20

Функция	Устройство
1 Давление на входе в насос масла гидропривода	Датчик давления
2 Давление масла гидропривода	Трансмиситтер давления
3 Давление масла управления	Трансмиситтер давления
4 Датчик потока масла управления	Измерительный элемент
5 Давление топлива высокого давления	Трансмиситтер давления
6 Давление наддува	Трансмиситтер давления
7 Валоповоротное устройство введено	Датчик давления
8 Положение ВМТ	Датчик положения
9 Положение коленчатого вала	Датчик положения
10 Положение выхлопного клапана	Датчик хода клапана
11 Количество подачи топлива	Сенсор положения VIC
12 Магистральные клапана топливоподачи	Электрогидравлический клапан
13 Общие пусковые клапана	3/2-ходовой клапан
14 Пусковые клапана цилиндра	5/2-ходовой клапан
15 Управление топливными насосами высокого давления	Актuator топливных насосов (блок подачи)
16 Управление насосами масла гидропривода	Компенсатор насосов (блок подачи)
17 Обмен данными с блоками FCM-20	Блоки FCM-20
18 Управление системой цилиндровой смазки	Блоки ALM-20
19 Давление цилиндровой смазки	Трансмиситтер давления
20 Управление насосом цилиндровой смазки	Соленоидный клапан 24В
21 Опция: управление выхлопным байпасом	3/2-ходовой клапан
22 Опция: положение байпаса выхлопных газов	Датчик положения
23 Питание 24В	5А
24 Питание 24В - Актuator	10А
25 Питание 24В - Актuator	20А

Функции блока управления FCM-20 можно разделить на две основные группы. Функции, непосредственно реализованные на цилиндре. Функции общего управления главным двигателем.

Функции общего управления главным двигателем. Все функции общего управления распределены между 5 блоками управления FCM-20. Для безопасности системы все важные функции, входные и выходные сигналы продублированы. Если один модуль выходит из строя – двигатель останется в работе. Вышедший из строя блок необходимо заменяется на запасной, находящийся в шкафу E-90 и готовый к работе.

Функции общего управления главным двигателем: Управление и контроль над давлением топлива высокого давления. WECS-9520 подаёт сигнал, обработав данные о частоте вращения двигателя и задание от системы электронного регулятора частоты вращения. Далее сигнал поступает с блоков управления FCM-20 №3,4 на актуаторы топливных насосов высокого давления. Каждый актуатор управляет двумя насосами посредством топливной рейки. Результирующий процесс - **давление в топливной магистрали высокого давления контролируется блоками управления FCM-20 №3,4 посредством двух транзмиттеров давления.** При выходе из строя одного из значительной разнице в показаниях транзмиттеров давления будет подана сигнализация о неисправности. При аварийной остановке все актуаторы устанавливаются на нулевую позицию, и открывается аварийный клапан сброса давления. В случае выхода из строя одного актуатора, при средних нагрузках будет достаточно одного из двух топливных насосов. При более значительных нагрузках, блок насоса для вышедшего из строя актуатора в ручную будет устанавлен топливной рейкой на максимальную подачу. Оставшийся исправный актуатор будет регулировать давление посредством других двух насосов (в случае остановки излишки давления будут сброшены клапаном контроля давления).

Управление и контроль над давлением масла системы гидропривода.

На каждом насосе масла гидропривода имеется встроенный механический регулятор давления с возможностью электрического управления. Управление осуществляется блоками управления FCM-20 №3,4,5 после обработки данных о нагрузке двигателя. При выходе из строя одного из насосов, другие компенсируют потерю. Система контролируется, получая данные с транзмиттеров давления на блоки управления FCM-20 №1,2. При выходе из строя или значительной разнице в показаниях транзмиттеров давления будет подана сигнализация о неисправности. Управление и контроль над давлением масла системы управления. Два насоса управляющего масла контролируются блоками управления FCM-20 №3,4. На нагрузке менее 50 % работают оба насоса для обеспечения безопасности. Система контролируется, получая данные с транзмиттера давления на блок управления FCM-20 №5. При выходе из строя транзмиттера давления будет подана сигнализация о неисправности. Управление и контроль пусковой системой. Открытие ГПК осуществляется двумя соленоидными клапанами управляемыми блоками управления FCM-20 №1,2.

Наблюдение за состоянием элементов системы WECS-9520. При внутренних неисправностях будет подана сигнализация. Контроль над давлением наддува и запрос по необходимости вспомогательных воздуходувок. Сохранение и обработка данных, задания. Обработка и расчёт общих данных оптимизации по двигателю: подача топлива, открытие/закрытие выхлопных клапанов, общие показатели двигателя.

Функции управления цилиндром. Управление пуском, подачей топлива и открытием/закрытием выхлопного клапана согласно данным сохранённым, обработанным или полученным с внешних систем управления ДАУ являются прямыми функциями

контроля и управления работой цилиндра. Каждый блок управления FCM-20 отвечает непосредственно за один цилиндр.

Канал пуска. Управление открытием и закрытием пусковым клапаном осуществляется с помощью соленоидного клапана, контролируемого блоком управления. Углами открытия – 0, а углом закрытия – 110, положения коленвала система следует в обычном режиме, но для экономии воздуха угол закрытия может быть уменьшен. Для медленного проворачивания система посылает пульсирующий сигнал на общие пусковые клапана (длинной импульса можно менять скорость проворачивания).

Канал управления выхлопным клапаном. Открытие выхлопного клапана рассчитывается по положению коленвала, углу номинального открытия и заданию системы WECS-9520 по расчётам оптимального угла открытия и закрытия согласно частоте вращения двигателя (VEC, VEO). После того как сигнал открывает соленоидный клапан и до первого перемещения штока выхлопного клапана происходит замер времени – мёртвая зона срабатывания системы открытия, после сигнала на закрытие производится обратный замер – мёртвая зона срабатывания системы на закрытие. Оба параметра фиксируются, отображаются на мониторе пользователя и учитываются при следующем рабочем цикле. В остальном система работает на обычных принципах: соленоидный клапан управления – золотник клапана – поршень сервопривода – гидравлический привод выхлопного клапана. В случае отказа одного из сенсоров положения штока выхлопного клапана, система будет работать на одном. Если отказывают оба сенсоров система продолжит работу управлением выхлопным клапаном по временному фактору.

Канал топливоподачи. Все форсунки одного цилиндра управляются своими соленоидными клапанами, но сигнал о поданном количестве топлива общий. Всю полученную информацию обрабатывает блок управления FCM-20. В обычном режиме все форсунки работают в синхронно, но на малых нагрузках или других подобных режимах возможно использование одной или двух форсунок на цилиндр (для обеспечения лучшего сгорания и меньшего выхлопа в атмосферу). При этом происходит попеременное переключение форсунок каждые 10 секунд во избежание тепловых нагрузок. Для точной работы системы каждый раз происходит корректировка мёртвой зоны начала и конца подачи топлива, после открытия соленоидного клапана до начала перемещения поршня устройства определения количества поданного топлива (реальное время начала подачи топлива в цилиндр) и после закрытия соленоидного клапана до начала обратного движения поршня (реальное время окончания подачи топлива). Оба параметра блок управления FCM-20 запоминает и на следующий цикл делает поправку. На начало подачи влияют обработанные данные с учётом систем оптимизации (VIT) и ручной настройки (FQS), и конечно основными являются команды системы электронного контроля частоты вращения. С учётом всех этих параметров блок управления рассчитывает угол начала подачи топлива, количество подаваемого топлива и количество форсунок, которые будут применены. Процесс подачи топлива осуществляется блоком управления FCM-20. Подаётся сигнал на соленоидные клапана, после их перекладки в положение «впрыск» масло управления под давлением активизирует клапана топливоподачи, открываются каналы на форсунки и баланс давлений на поршне пропадает, поршень начинает движение на определённое системой перемещение. Достигнув расчётной точки (с условием всех компенсаций), система подаёт сигнал на соленоидные клапана «нет впрыска», убирается давление масла управления, клапана управления возвращаются в исходное положение – поршень вследствие этого начинает обратный ход. Процесс подачи

закончен, произведены замеры мёртвых зон для компенсации при следующем цикле. При выходе из строя сенсора количества поданного топлива, система переходит в режим работы по временной задержке.

Программа для сервисного механика - «FlexView» работает на любом компьютере или ноутбуке с установленной операционной системой «Windows». Компьютер может быть подключён к системе WECS-9520, используя конвертер CAN-USB. На основном экране представлены два поля. Верхнее: основные параметры работы двигателя, данные по давлениям, заданию топлива и главные параметры по впрыску и отк/закр выхлопного клапана. Нижнее: Журнал неисправностей, время появления или квитирования неисправности. Неисправности сгруппированы цветовым кодом по группам для более легкого разделения. При двойном щелчке на любой неисправности система выдаст подсказку возможных действий оператора. В подменю можно найти таблицы всех замеров производимых системой, положение основных компонентов системы управления, а также временные тренды по основным сенсорам. Это позволяет во время диагностировать неисправности или поломки.

Можно показать один из вариантов системы дистанционного управления в части Diesel Engine Control and Optimizing Specification, AutoChief C20 и, DataChief C20. Управление и обмен данными в этих системах осуществляется по двум магистралям. Также внедрена дополнительная, защищённая магистраль для соединения кнопок аварийной остановки с блоком защиты ESU и с блоком цифрового регулятора частоты вращения DGU. Дублирование магистралей позволяет обеспечить надёжность и безопасность судовой сети управления.

Обмен данными между блоками FCM-20, датчиками и элементами управления (приводами, насосами и т.д.) осуществляется по магистралям и дублируется наличием внутренних резервных блоков. Блоки FCM-20 между собой соединены магистралью, которая продублирована и подключена к запасному блоку. Датчики положения коленчатого вала соединены только с блоками FCM-20 магистралями тактовой частоты и SSI. Обе магистрали продублированы. Для обеспечения связи и обмена данными необходим блок, который реализует эту функцию. В центральной части схемы расположен шлюз E-90, который и выполняет функцию связи и обмена данными двух независимых систем от разных производителей. С одной стороны на него поступают сигналы и данные от блока защиты ESU, блока управления главным двигателем ME I/C и блока обмена данными главного двигателя MEI, блока E-25, в состав которого входит система управления частотой вращения главного двигателя DGU. С другой стороны осуществляется связь с блоками FCM-20, по двум линиям/шинам управления (FCM-20 №1,2), по двум дублированным линиям/шинам контроля и сигнализации (FCM-20 №3,4).

Данная схема подключения обеспечивает безопасность и надёжность, а также универсальность, т.е. система дистанционного управления на один и тот же двигатель может быть выбрана заказчиком от разных сертифицированных производителей и это не повлечёт больших изменений в системе управления двигателем WECS-9520.

4. Содержание отчета

Отчет должен содержать: *таблицу изученных элементов мехатроники в ИАС с пропульсивной установкой в СЭУ; составленную схему поиска и выявленных ключевых элементов мехатроники из КТС в АСУСЭУ от ведущих компаний через Интернет.*

Лабораторная работа 3

Изучение сетевых технологий в энергетических комплексах

2. Цель работы

1. *Цель работы:* расширение внедрения элементов полевых сетей для интеграции сервисов в управлении агрегатами (в генерирующие установки (ГУ)): участки подготовки газового и запального топлива, газопоршневые дизели, генераторы, распределительные устройства с элегазовой изоляцией) в интегрированной энергетической установке (ИЭУ) на базе ресурсов (Dual: CAN и LAN) для совершенствования автономных установок для тригенерации.

2. Основные теоретические положения

Выделим дополнительные сетевые технологии в автономной энергетической установке (АЭУ) из генерирующих установок (ГУ) до 15МВт, напряжение - 10кВ и ток - 1500А. 8-мь ГУ могут работать параллельно и выдавать до 120 МВт (2-е ГУ в резерве).

Выделим ведущие контроллеры в агрегатах (мастера (МА)) и исполнительные (слуги (МС)) для измерительных и управляющих модулей, и **бортовые магистральные сегменты (БМС) типа Dual CAN**. При этом МА в агрегатах в каждой из ГУ через БМС обеспечили серверно-сетевые технологии автоматизации процессов в контурах: подготовки и подачи газового и дизельного топлива; регулирования частоты вращения коленчатых валов в газодизелях типа 18V50SG; регулирования выходного напряжения у синхронных генераторов; включения под нагрузку «готовых параллельно работать» ГУ.

Каждые три МС в трех генераторах взаимодействуют с ведущим контроллером для синхронизации (мастер синхронизации в группе из 4 генераторов (МАС)) и одним из МАС в другой группе генераторов через **«магистральные сегменты синхронизации» (МСС) типа Dual CAN**. МАС и МСС обеспечили внедрение серверно-сетевой технологии для синхронизации генераторов в 2-х группах с учетом 3-х параллельно уже работающих в группе и одного синхронизируемого из другой группы из 3-х генераторов.

Специализированный компьютер для синхронизации (СК) через коммутатор (К) взаимодействует с 10-ю индивидуальными МС в каждом ГУ и с 3 групповыми МАС, реализуя **«звездообразный магистральный» компьютерный сегмент сети типа LAN**.

Напряжение «включаемого» генератора в ГУ на параллельную работу должно быть как у «работающего» генератора в другой ГУ. Частота генераторов должна быть у всех

одинакова 50 Гц. Пуск обеспечен вспомогательным оборудованием: воздушный пусковой компрессор, пусковой маслоснасос и др. пусковой дизель-генератор на 0,4 кВ.

Перед запуском в газодизель в каждой ГУ подается основное топливо - газ в блок подготовки газа с давлением 4 бар. Во всех газодизелях АЭУ внедрен сетевой мониторинг работы регулирующих клапанов - меняют давление подачи газа в газодизелях в зависимости от нагрузки в ГУ. Сигналы с клапанов, расходомера, датчиков давления передаются по DualCAN на пост энергетика со скоростью 1 Мбит/с. Агрегаты в ГУ взаимодействуют через БМС типа DualCAN.

Максимальная продолжительность работы газодизелей без нагрузки - 10 минут. Каждый газодизель турбирован и его нельзя одномоментно включить на 100 % нагрузку (пока турбокомпрессор не перейдет в установившейся режим). Запускаются газодизели через подачу сжатого воздуха непосредственно через головку в каждый цилиндр с давлением 30 бар. Открывают главный газовый клапан для основного расхода и регулирующие клапаны форкамер для газа поступающего в форкамеры. Вводится в работу модуль зажигания, расположенный на крышке цилиндра. Отметим, что быстрое увеличение нагрузки может вызвать «ненормальное сгорание» при работе на газе. Для вывода газодизеля на 100% нагрузку реализован график ступенчатого увеличения нагрузки. «Шаг изменения нагрузки» - больше 15 с («время восстановления» - менее 15 с). «Нормальный запуск» с выходом на 100% нагрузку составляет - 8 мин. Отметим, что после того как газодизель вышел на установленный режим: 500 об/мин, энергетик следит за генератором (проверяет: выходное напряжение - 10кВ и частота - 50Гц \pm 1%). Через распределительное устройство в ГУ с поста энергетика можно управлять выдачей до 15 МВт в высоковольтную линию. Для синхронизации пар генераторов используется синхроскоп. В результате определения момента равенства частот $f_{r1}=f_{r2}$ и совпадения фаз напряжения со вторым генератором с поста энергетика включают второй генератор на параллельную работу. Используется синхронизация через автосинхронизатор и обеспечен «ручной режим синхронизации». Седьмая и восьмая ГУ служат для регулирования мощности. «Шаг мгновенного изменения нагрузки» рекомендуется: 100-75-45-0%. Шаг изменения нагрузки должен составлять более 15 секунд. Изменяем диапазон выдачи мощности: выключением/включением ГУ по 15 МВт до 120МВт. При этом через распределительное устройство с поста энергетика размыкается контакт с одной из ГУ, после которого некоторое время ГУ завершает работу и выключается. Отметим, что при «прогретом газодизеле» время запуска ГУ сокращается.

3. Порядок выполнения работы

Получить задание у преподавателя.

Задание представляет собой таблицу, в которой перечислен набор изучаемых элементов мехатроники и сетевых технологий в управлении судовой энергоустановкой с учетом ограниченных возможностей лабораторной установки (стенда).

Выполнить на базе стенда ряд этапов работы приведенных ниже по изучению элементов мехатроники и сетевых технологий управления и составить схемы, выявленных технологий управления судовой энергоустановкой.

Отметим возможности изменения диапазона выдаваемой мощности через комплексное распределительное устройство с элегазовой изоляцией (КРУЭ) непосредственно с поста энергетика путем выключения силовым выключателем подводящей линии к КРУЭ (время размыкания - 35 мс и «время горения дуги» - 24 мс).

Каждая подводная линия в ГУ подводится к соответствующей ячейке в КРУЭ через «шкаф местного управления», в котором контролируются: давление газа в ячейках, ток, напряжение, положение силового выключателя - вся информация поступает через Dual CAN и LAN на пост энергетика. Возможности управления выдаваемой от АЭУ мощности расширены за счет автоматических регуляторов напряжения в генераторах (изменяем рабочий диапазон напряжения в отдельных ГУ). В каждом генераторе установлена демпферная обмотка для «гашения колебаний». Внедрен ряд режимов выдачи мощности от АЭУ. **Поддержание постоянной скорости «выдачи мощности»** с учетом потребностей по нагрузке через регулирование подачи топлива в газодизелях. Данный режим используется для поддержания частоты и «быстрой подачи мощности». **Режим «контроля статизма»** (зависимость от требуемой нагрузки). «Частота зависит от нагрузки» генератора. При этом «пропорционально делится нагрузка» между активными генераторами в АЭУ в ГУ с учетом их номинальных параметров по выдаче мощности. «Характеристика статизма» по изменению частоты у всех ГУ должна составлять не более 4%, чтобы генераторы не утратили устойчивость при быстром увеличении нагрузки.

В работе выделены элементы дизеля из серии ME, в котором компания «MAN B&W» отказалась от распределительного вала с приводом и ввела «электронное управление» процессами: топливоподачи, пуска и реверсирования двигателя, выхлопным клапаном и смазкой цилиндров. Механический регулятор числа оборотов был заменен на «электронный». Все функции, которые в MC зависели от распределительного вала, в ME реализуются магистрально-модульной системой (ММС) на основе информации об угловом положении коленчатого вала, которую в ММС посылает датчик положения коленчатого вала и при этом в зависимости от заданного режима работы ММС определяет моменты начала и конца подачи топлива в цилиндры, цикловую подачу, порядок открытия пусковых клапанов цилиндров, моменты и длительность их открытого состояния, моменты открытия и закрытия выпускного клапана, а также управляет лубрикаторами цилиндрической смазки. Управление впрыском топлива и выхлопными клапанами осуществляется за счет гидравлических сервоприводов. Масло, используемое в гидросистеме, забирается из циркуляционной системы смазки, пропускается через фильтр тонкой очистки и насосами с приводом от двигателя сжимается до давления 200 бар. Затем сжатое масло поступает к мембранным аккумуляторам, а от них масло попадает к гидравлическим блокам. На каждом цилиндре установлено по одному блоку. Гидравлический блок состоит из усилителя давления впрыска топлива и гидропривода выхлопного клапана. Отметим, что на гидравлическом блоке установлен блок клапанов - Fuel Injection and Valve Actuation (FIVA) и «альфа-лубризатор». FIVA состоит из двухпозиционных быстродействующих электромагнитных клапанов, которые управляют подачей масла к гидроусилителям давления топлива, а так же к приводу выхлопного клапана. Клапаны открываются под действием сигнала, поступающего от электронного модуля - Cylinder Control Unit (CCU). Альфа-лубризатор управляет подачей масла к поршням лубрикаторов. Гидроусилители давления впрыска - «поршневые» сервомоторы, в которых поршень большого диаметра подвергается действию масла, находящегося под давлением 200 бар, а поршень малого диаметра (плунжер) - «продолжение» поршня большого диаметра, при движении его вверх сжимает топливо до давления в 1000 бар. Момент поступления масла под большой поршень и соответственно начало сжатия топлива, определяется поступлением управляющего импульса от электронного модуля CCU. В момент уравнивания давлений топлива и открытия иглы форсунки, происходит

впрыск топлива. При падении давления, которое происходит из-за закрытия управляющего клапана и сброса давления масла в сервомоторе, впрыск топлива прекращается.

Электронный модуль CCU может менять фазы открытия и закрытия клапанов в зависимости от режима работы дизеля. Например, при частичной нагрузке на дизель, выхлопной клапан закрывается немного раньше и это способствует более раннему сжатию в цилиндре и соответственно, увеличению давления конца сжатия. В результате чего в ME обеспечивается более экономичная и устойчивая работа на малых ходах. CCU подает сигналы управления на электромагнитный клапан, который установлен перед пусковым клапаном цилиндра и непосредственно, без использования гидравлики, пропускает к нему пусковой воздух. Блоки CCU не дублированы и отказ одного из CCU вызывает выключение соответствующего цилиндра из работы.

Главный пост управления двигателем - Main Operational Panel (MOP), выполнен на основе стационарного компьютера с монитором и манипулятором типа "трекбол", откуда механик может подавать команды управления, регулировать параметры двигателя, контролировать состояние системы. Помимо MOP имеются: резервный пост управления - Back-up MOP, MOP на ходовом мостике; местный пост управления - Local Operating Panel (LOP), который установлен прямо на двигателе. ММС имеет связь с вспомогательными системами аварийно-предупредительной сигнализации, дистанционного управления двигателем с ходового мостика. Эти процессы обеспечивают интерфейсные блоки - Engine Interface Control Unit (EICU), которые для надежности работают в параллель.

Команды с MOP поступают в Engine Control Unit (ECU), который выполняет основные функции управления, необходимые для эксплуатации двигателя: пуск, остановка, регулировка частоты вращения, управление клапанами и другие. ECU осуществляет управление вспомогательным оборудованием через блоки Auxiliary Control Unit (ACU) - управляют вспомогательными воздуходушками и насосами, которые входят в состав гидравлической системы питания. ММС посылает команды на блоки управления цилиндрами CCU. В ММС все модули однотипные взаимодействуют через бортовую магистраль, которая для надежности продублирована.

Внедрение серверно-сетевых элементов: «бортовые магистральные сегменты» для взаимодействия бортовых постов с модулями в агрегатах в каждой из генерирующих установок; «магистральные сегменты синхронизации» для взаимодействия измерительных и исполнительных (индивидуальных) модулей в группе генераторов с ведущим контроллером для групповой синхронизации; «звездообразный магистральный» компьютерный сегмент сети для взаимодействия специализированного компьютера для синхронизации через коммутатор с индивидуальными модулями в каждой генерирующей установке и с ведущими контроллерами для групповой синхронизации в АЭУ позволило существенно расширить возможности выдачи мощности в автономных установках.

4. Содержание отчета

Отчет должен содержать: *таблицу изученных элементов мехатроники и сетевых технологий для параллельной работы газодизелей с генераторами в ИАС СЭУ танкера или*

буровой платформы; составленную схему поиска и выявленных ключевых элементов мехатроники сетевых технологий из КТС в АСУСЭУ от ведущих компаний через Интернет.

Лабораторная работа 4

Изучение ресурсов сетевого управления в пропульсивном комплексе

3. Цель работы

1. Цель работы: изучить элементы серверно-сетевого управления процессами в интегрированном пропульсивном комплексе на основе Dual: оптической сети, LAN, CAN для совершенствования судовых энергетических установок офшорного судна.

2. Основные теоретические положения

Выделим элементы пропульсивного комплекса офшорного судна. Пропульсивный комплекс состоит из четырёх главных дизель-генераторов (MDGs), двух кормовых подруливающих устройств, включающих в себя два двигателя - Schottel Combi Drives (SCD) модели SRP-2020 морского исполнения. Двигатели подруливающих устройств мощностью в 2500 кВт, 750 об/мин (на редуктор). Гребные винты с четырьмя лопастями, 8 футов 10 дюймов (2700 мм) в диаметре и скоростью вращения 238 об/мин при наибольшей скорости 13 узлов. Реверс подруливающих устройств обеспечивается разворотом кормовых подруливающих устройств на 180 градусов, который может достигать до 14 секунд в зависимости от скорости судна. Два туннельных вспомогательных винта - Schottel STT 004 FP 1 мощностью 180 кВт установлены в носовой части.

3. Порядок выполнения работы

Получить задание у преподавателя.

Задание представляет собой таблицу, в которой перечислен набор изучаемых элементов мехатроники и сетевых технологий в управлении судовой энергоустановкой офшорного судна с учетом ограниченных возможностей лабораторной установки (стенда).

Выполнить на базе стенда и видеотеки лаборатории Автоматика СЭУ ряд этапов работы приведенных ниже по изучению элементов мехатроники и сетевых технологий управления и составить схемы, выявленных технологий управления судовой энергоустановкой офшорного судна.

Управление судном реализовано на основе двух кормовых и двух носовых подруливающих устройств и бортовой оптической и контроллерной сетей. В Рулевой системе необходимо выделить: Dynamic Positioning (DP) System (ABS DPS-2) - Система динамического позиционирования (две станции на кормовой консоли ходового мостика и

один переносной пульт). Independent Joystick System (IJS) - Независимые контроллеры системы (на носовой консоли ходового мостика). Manual Thruster Controls (MTCs) - Ручное управление подруливающими устройствами (на носовой консоли ходового мостика и на кормовой консоли ходового мостика и на двух распределительных щитах). MTCs for stern thruster controls - Ручное управление кормовыми подруливающими устройствами (через два распределительных щита). Autopilot - Авторулевой (на передней консоли ходового мостика). Local control - Местный пост управления (на панелях управления питанием). Stern drive local control panels - Местный пост управления кормовыми двигателями. Controls on the bow thruster converters - Управление носовыми подруливающими устройствами. Engine Order Telegraphs (EOTs) - Машинные телеграфы (на передней консоли ходового мостика, панелях питания и панелях обоих распределительных щитов). Передача управления между постами через кнопку "Control Request", находящейся на каждом дистанционном посту управления. Команда от каждого дистанционного поста управления обрабатывается микроконтроллерами и отправляется на панель управления и на рулевую панель. Панель управления обрабатывает полученный сигнал и выполняет команду по управлению скоростью и разворотом подруливающего устройства. На маневровых режимах и при скорости менее 6 узлов носовые подруливающие устройства могут использоваться для обеспечения дополнительной маневренности. Носовые подруливающие устройства обеспечивают движение судна только в стороны. Ограничения тяги (полный и долевого режимы) и разворота подрулей защищены системой компьютерного управления для предотвращения перегрузки движителей и защиты корпуса.

Посты аварийного управления установлены в двух отсеках ходовых двигателей (P/S) (только «удержание»), в комнатах кормовых подрулей (только движение) и на панелях управления в распределительных щитах ходовых двигателей. Посты обеспечивают аварийное управление оборотами и разворотом «подрулей».

В системе дистанционного управления и контроля выделим: Port Switchboard room - Панель управления левого борта. Starboard Switchboard room - Панель управления правого борта. AFT Pilothouse - Кормовая панель управления ходового мостика. FWD Pilothouse - Носовая панель управления ходового мостика. Все датчики и агрегаты системы управления и контроля взаимодействуют через сдвоенную сеть типа Ethernet/Dual Ethernet Network (Dual LAN). Причем структурированная кабельная сеть реализована на основе Fibre Optic Backbone With Local Copper Drops - оптоволокно с локальными подключениями по витой паре. Посты системы управления и контроля расположены в ходовой рубке, IJS и MTCs в носовой и в кормовой части, на крыльях мостика и обеспечивают управление регулированием скорости кормового подруливающего устройства и управление рулём. Система контроля и управления носового подруливающего устройства и управление направлением движения доступны из ходовой рубки, IJS и MTCs в носовой и в кормовой части, на крыльях мостика. Управление в системе дистанционного управления передаётся от одного поста к другому по логическому принципу "Предложено и Принято". Оператор инициирует предложение о передаче управления от активного поста, другой пост может «Принять» управление подтвердив это нажатием кнопки «Accept» для «Принятия» управления. Средства управления для кормовых подруливающих устройств и носовых подруливающих устройств могут быть сгруппированы или разгруппированы на панелях управления MTCs.

Локальное управление кормовыми подруливающими устройствами может быть «Принято» в каждом отсеке ходового двигателя. Местное управление тягой кормовых подруливающих устройств может быть «Принято» через шкафы конвертера. Скоростью носовых подруливающих устройств и направлением движения можно управлять через шкафы конвертера и отражает элементы Динамического позиционирования (DP) и Систем управления судна (VCS).

Два редуктора кормового подруливающего устройства - не реверсивные и Реверс «тяги» достигается путем разворота движителя в пределах 180 градусов. Если оператор запускает движитель в позиции, против движения судна, то гребной винт будет вращаться в противоположном направлении двигателю. Если это произойдет, то предупреждение обратного вращения, появится на сигнальной панели двигателя и в системе автоматизации и предупредит оператора для принятия мер по развороту движителя в нулевое положение или по ходу вращения, до устранения ошибки питание на движитель подаваться не будет. «Тормозные резисторы» не останавливают свободного вращения винта под действием течения. Это так же касается кормовых подруливающих устройств. Силовые преобразователи кормового подруливающего устройства способны к ограничению крутящего момента двигательного агрегата, когда движители работают в зоне высоких скоростей и при экстремальных углах поворота (больше, чем 35 градусов). Это ограничение используется как мера безопасности для предотвращения моторной перегрузки. Моторный крутящий момент может быть ограничен 50% максимального крутящего момента при высоких скоростях и углах поворота, более, чем 40 градусов средней линии. Если «двигательная установка» постоянно работает в режиме «удержания» судна, то крутящий момент двигательного агрегата может быть увеличен до 100% крутящего момента. Конвертеры носового подруливающего устройства - реверсивные, что обеспечивает тягу в любом направлении. Носовые подруливающие устройства установлены в поперечных туннелях, в носовой части, с левого и правого бортов. Все управление процессом движения сосредоточено в усовершенствованных микроконтроллерах, установленных в каждом из движителей VCS. Система контроля передает системные контрольные сигналы к движителям посредством локальной шины ввода/вывода. Для работы дистанционно, используются локальные пульта управления в отсеках ходового двигателя и комнате носового подруливающего устройства. Микроконтроллер в движителе считывает этот параметр и позволяет дистанционным постам брать на себя управление. Каждый микроконтроллер отвечает за то, какой выбран пост управления движителями. Когда пост управления запрашивает управление, микроконтроллер ожидает, пока активный пост управления не передаст свои «Пономочия». Обычно управление передаётся на ближайший пост. Микроконтроллер переключит управление движителем на новую станцию. Оператор должен установить на ближайшем посту управления движителем (Направление тяги и Скорость) в требуемые позиции прежде, чем Принять управление, для предотвращения несоответствия. Как только станция Приняла управление, все движители будут следовать, командам приборов управления (скорость и направление тяги). Если управляющая станция Отключится, то микроконтроллер позволит другой станции Взять на себя управление. Все средства управления имеют «Равную Иерархию» за исключением Левого и Правого отсеков Ходовых двигателей локальных панелей управления и Приоритета пульта Автопилота в Ходовой рубке. Шины управления Автопилота непосредственно подключаются к

шкафам управления Кормовыми подруливающими устройствами в отсеках Ходовых двигателей. При передаче управления Автопилоту оно должно быть предложено и затем принято на панели Автопилота с помощью двухпозиционного Переключателя автопилота и кнопки ON/Stand by на контроллере Автопилота. Уровнем тяги при этом управляют оба Поста, (Левого и Правого бортов). MTCs должен быть «синхронизирован» с автопилотом по частоте оборотов.

Два поста - Dynamic Position (DP) ConverTeam (DP ABS 2) в ходовой рубке обрабатывают данные о направлении тяги движителя и данные о скорости, и информацию о позиции в Системе DP и передают команды конвертеру MV3000 для удержания судна на «Позиции» или на «Курсе». В каждой станции отметим пульт управления оператора, джойстик для управления DP движителя судна, устанавливается с клавиатурой и дисплеем. В пульте управления оператора отметим сенсорный экран для системы DP, пульта аварийной сигнализации, консоли телеметрии, экранные кнопки регулятора освещенности, клавиши управления и джойстик. Каждая станция устанавливается с сенсорными экранами, но может также поставляться с сенсорной панелью. Переносная панель управления системой DP также устанавливается на судне. Переносные посты используются при швартовке и устанавливаются на крыльях ходового мостика. Переносная панель может быть перемещена в любую точку и связана через кабель с основной консолью управления.

Система Independent Joystick System (IJS) установлена на ходовом мостике и позволяет управлять движителем при помощи джойстика. Панель расположена на носовой консоли в ходовой рубке и на постах швартовки крыльев мостика. IJS использует тот же ввод/вывод (I/O) - сигналы как и Система DP, но IJS использует «независимые последовательные связи» с микроконтроллерами для каждого движителя. Микроконтроллеры «отслеживают состояние», в котором находится система и какой пост активен и управляет. IJS - часть Системы DP.

MANUAL THRUSTER CONTROLS (MTCs) - системы управления. MTCs обеспечивают ручное управление оборотами движителя и направлением тяги. MTCs носового подруливающего устройства обеспечивает управление направлением тяги и скорость. MTCs расположены в консолях ходовой рубки и отделениях распределительных щитов. MTCs содержат кнопки отключения сигналов предупреждений, запуска и остановки движителей, принятия на себя управления движителями и аварийную остановку движителя. Световая индикация указывает, остановлен двигатель или запущен, является ли пост активным, аварийная остановка, коммуникационные данные и предупреждения системы. Каждый MTCs соединяется с экраном управления MTCs, установленным около MTCs. Экран управления MTCs. Средства управления носовыми подруливающими устройствами и средства управления кормовыми подруливающими устройствами могут быть сгруппированы так, чтобы один рычаг мог использоваться для управления обоими. Когда MTC передает управление и другая станция принимает его, то все управление с текущей станции передается новой станции.

На судне установлены две системы: автопилот DP и панель Navitron NT888G автопилота, расположенная на носовой консоли ходовой рубки. DP действует как автопилот, который может быть активирован, когда Система DP распознаёт ситуацию. Оператор может задать координаты или курс для длительных переходов. Дальнейшие

способы и варианты могут быть установлены. Панель автопилота позволяет переключаться между автоматическим и ручным управлением при коротких переходах, когда планирование маршрута не требуется. Автопилот связан с движителем через органы управления. Переключатель, расположенный на пульте, позволяет оператору переключать управление на автопилот. Переключатель позволяет оператору быстро переходить на ручное управление во время работы автопилота, для предотвращения аварий (управление передаётся на носовую консоль МТС в ходовой рубке). Микроконтроллеры в движителе получают сигнал от автопилота, переключают управление, и позволяют автопилоту взять управление рулем. Когда автопилот активен, он управляет судном через кормовое подруливающее устройство правого/левого борта МТС на носовой консоли в ходовой рубке. Каждый раз, когда управление снимается с автопилота, все управление автоматически передаётся на носовую консоль МТС в ходовой рубке, в этом случае уровень тяги управляется по средствам МТС.

Панель конвертера носового подруливающего устройства обеспечивает локальное управление скоростью носового подруливающего устройства, запуск или остановку конвертера, а также показывает статус двигателя и индикации аварии. У каждого кормового подруливающего устройства есть местный пост управления на распределительном щите в соответствующем отсеке ходового двигателя, с которого регулированием движителя можно управлять локально. Панель жидкокристаллического дисплея (LCD) устанавливается на шкафу для обеспечения индикации относительно направления тяги движителя и частоты вращения двигателя. Уровнем тяги нельзя управлять с местного поста управления кормовым подруливающим устройством. Управление тягой доступно посредством щитов конвертера кормового подруливающего устройства или с поста имеющего более высокую иерархию.

Шесть панелей машинного телеграфа «Kwant» (EOT) устанавливаются на судне: по три для каждого кормового подруливающего устройства. Панели EOT расположены: На левой носовой консоли ходовой рубки. В распределительных щитах левого и правого бортов. В конвертерах левого и правого бортов кормового подруливающего устройства. EOT позволяет операторам отдавать и принимать команды на изменение тяги на любую станцию. Команды EOT также передаются регистратору данных (VDR) для записи. Команда должна быть отдана и подтверждена голосовым сообщением. Для отдачи команды необходимо нажать соответствующую клавишу EOT. Как только кнопка была нажата, прозвучит звуковой и визуальный сигнал. Панель EOT укажет требуемую команду и покажет истинное положение на панели EOT постоянно освещенной лампой. Оператор в отделении распределительных щитов должен принять команду путем вращения рукоятки к требуемому положению. Кнопка на нижней части панели используется для управления затемнением сигнальных ламп.

Панель контроллера управления носовыми подруливающими устройствами МТС располагается на консоли оператора, на ходовом мостике. МТС связана с подруливающими устройствами через контроллер типа - PLC. В МТС отметим три кнопки управления двигателем подруливающего устройства (START, STOP, EMERGENCY STOP), кнопки квитирования предупредительной сигнализации (ALARM MUTE) и кнопки запроса управления (CONTROL REQUEST). Для управления направлением вращения винтов и силой тяги предусмотрен механизм рычажкового типа.

Панель контроллера управления кормовыми ВРК - МТС располагается на консоли оператора, на ходовом мостике. МТС связана с ВРК через контроллер PLC. Состоит из трех кнопок управления двигателями ВРК (START, STOP, EMERGENCY STOP), кнопки квитирования предупредительной сигнализации (ALARM MUTE) и кнопки запроса управления (CONTROL REQUEST). Для управления направлением и силой тяги предусмотрена рукоятка селектора выбора режима работы секторного типа.

Панель местного поста управления располагается непосредственно в щите управления ВРК. Состоит из LCD дисплея, на котором отображается информация об угле разворота ВРК и скорости вращения винта. Имеет две клавиши управления разворотом ВРК (рулевое управление (STEERING)), клавишу квитирования предупредительной сигнализации (ALARM), клавишу выбора/подтверждения поста управления (DESK SELECTION), клавишу аварийной остановки (EMERGENCY STOP), клавишу проверки световой индикации (LAMPS).

4. Содержание отчета

Отчет должен содержать: *таблицу изученных элементов мехатроники и сетевых технологий для работы газодизелей с генераторами в ИАС СЭУ офшорного судна; составленную схему поиска и выявленных ключевых элементов мехатроники сетевых технологий из КТС в АСУСЭУ от ведущих компаний через Интернет.*

Лабораторная работа 5

Изучение элементов сетевых контроллеров

1. **Цель работы:** Изучение и освоение элементов построения и отладки программ для CAN в интегрированной среде разработки программного обеспечения для микроконтроллеров IDE uVision 3 фирмы Keil. Система uVision представляет собой полноценный C/C++ компилятор для микроконтроллеров, с возможностью отладки (встроенный Debugger), через интерфейсы JTAG или по RS232.

2. Основные теоретические положения

При разработке программ система настраивается на конкретный тип микроконтроллера - XC164 фирмы Infineon.

Далее создается файловая структура разрабатываемой системы в форме Проекта и вводятся дополнительные указания для процедуры разработки .

Файловая структура программ в части обмена по интерфейсам CAN и RS485 в среде uVision:

Main.c – файл с основной программой, содержащей диспетчер процессов, вызываемый с частотой 10Гц, по прерыванию Таймера-0.

Init_sys.c – файл, содержащий функции инициализации всей необходимой периферии микроконтроллера XC164 (порты ввода вывода, последовательный порт, таймеры и т.д.).

CAN1_init.c – файл, содержащий функции инициализации модуля CAN1.

CAN2_init.c – файл, содержащий функции инициализации модуля CAN2.

CAN1_low_func.c – файл, содержащий низкоуровневые функции для модуля CAN1 (обработка прерывания CAN, прием, отправка сообщений).

CAN2_low_func.c – файл, содержащий низкоуровневые функции для модуля CAN2 (обработка прерывания CAN, прием, отправка сообщений).

RS485_low_func.c – файл, содержащий низкоуровневые функции для модуля последовательного интерфейса (обработка прерываний на прием, передачу, отправки сообщений, прием, отправка сообщений).

START_V2.a66 – файл, содержащий все необходимые настройки внутренней периферии ядра микроконтроллера (настройка системных шин, размеры стеков, настройка страниц памяти, состояние переменных в ОЗУ после сигнала сброса, настройки сторожевого таймера и т.д.). Инструкции, записанные в этом файле, выполняются сразу после аппаратного сброса микроконтроллера.

CAN1.h – заголовочный файл, содержащий глобальные переменные и макросы, необходимые для работы с модулем CAN1.

CAN2.h – заголовочный файл, содержащий глобальные переменные и макросы, необходимые для работы с модулем CAN2.

Speed_ctr.h – заголовочный файл, содержащий глобальные переменные и предопределения глобальных функций, проекта.

Note.h – текстовый файл, содержащий примечания к Проекту.

Рассмотрение Проекта начнем с инициализации всех необходимых периферийных устройств микроконтроллера XC164. Эти функции находятся в файлах Init_sys.c, CAN1_init.c, CAN2_init.c.

Файл Init_sys.c

Данный файл содержит следующие функции:

Листинг 1

```
//=====
//                                     Прототипы функций инициализации периферии
//=====
void init_ports(void);           - инициализация портов ввода
                                вывода
void init_Timer0 (void);        - инициализация Таймера-0
void init_com (void);          - инициализация всей периферии
void init_var (void);          - инициализация переменных
                                проекта
void init_interrupt (void);     - инициализация прерываний
void init_sys (void);          - инициализация всей периферии
```

Обращаем внимание, что направление работы порта ввода/вывода задается значением, записанным в регистр управления соответствующего порта DP. Если в соответствующий

бит регистра DP записана логическая единица то порт работает на вывод, если же логический ноль, то порт работает на ввод. Допускается обращение как к старшему и младшему байту регистра DP (т.е. DPH и DPL), так и обращение к соответствующему биту порта DP (т.е. DP.X).

```
//=====
//          Функция инициализации портов ВВОДА/ВЫВОДА
//=====
void init_ports(void)
{
//=====
//          Порт P0
//=====
// Настраиваем младшие 8 бит порта P0 как входы, записав в регистр
// направления DP нули
DP0L   = 0x00; // 0000 0000
// Задержка на один машинный цикл
_por_ ();
// Настраиваем старшие 8 бит порта P0 как входы, записав в регистр
DP0H   = 0x00; // 0000 0000
// Задержка на один машинный цикл
_por_ ();

//=====
//          Порт P1
//=====
// Настраиваем, младшие 0-й и 1-й бит порта P1 как выходы, записав в
// регистр
// направления DP единицы
DP1L   = 0x03; // 0000 0011
// Задержка на один машинный цикл
_por_ ();
LED1_ON = 0; // Выключить светодиод 1
LED2_ON = 0; // Выключить светодиод 2
// Настраиваем, старшие 8-мь бит порта P0 как входы, записав в регистр
DP1H   = 0x00;
// Задержка на один машинный цикл
_por_ ();

//=====
//          Порт P3
//=====
DP3_P1 = 0; // RxD RS485 (Вход)
DP3_P2 = 0; // Не используется (Вход)
DP3_P3 = 0; // Не используется (Вход)
DP3_P4 = 0; // Выход энкодера канал В (Вход)
```

```

DP3_P5 = 1; // TxD RS485 (Выход)
DP3_P6 = 0; // Выход энкодера канал В (Вход)
DP3_P7 = 0; // Не используется (Вход)
DP3_P8 = 0; // Не используется (Вход)
DP3_P9 = 0; // Не используется (Вход)
DP3_P10 = 1; // TxD RS232 (Выход)
DP3_P11 = 0; // Вход RxD RS232 (Вход)
DP3_P12 = 1; // Сигнал разрешения передачи по RS485 (Выход)
DP3_P13 = 1; // Не используется (Вход)
DP3_P15 = 1; // Не используется (Вход)
// Задержка на один машинный цикл
пор_ ();
// Настраиваем вывод порта P3.10 на альтернативную функцию (TxRS232)
ALTSEL0P3_P10 = 1;// P3.P10 - TxD0
// Разрешаем прием по RS485
RS485_EN = 0;//Разрешить прием

```

Порт P4

```

DP4_P0 = 1; // Не используется (Вход)
DP4_P1 = 1; // Не используется (Вход)
DP4_P2 = 0; // Не используется (Вход)
DP4_P3 = 0; // Не используется (Вход)
DP4_P4 = 0; // CAN2 RxD (Вход)
DP4_P5 = 0; // CAN1 RxD (Вход)
DP4_P6 = 1; // CAN1 TxD (Выход)
DP4_P7 = 1; // CAN2 TxD (Выход)
// Задержка на один машинный цикл

```

```

пор_ ();

```

```

}

```

```

// Функция инициализации последовательного порта RS485

```

```

void init_com (void)

```

```

{

```

```

// Для того, чтобы вывод порта P3.1 функционировал как вход RxD RS485

```

```

// должна быть //включена альтернативная функция порта записью "1" // в 1-бит
регистра ALTSEL0P3.

```

```

ALTSEL0P3 |= 0x0C00;

```

```

// Записываем в регистр ASC0_CON следующие значения

```

ASCx_CON															
Control Register															
SFR (Table 19-13)															
Reset Value: 0000 _H															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
R	LB	BRS	ODD	FDE	OE	FE	PE	OEN	FEN	PEN/RxDI	REN	STP			M
rw	rw	rw	rw	rw	rwh	rwh	rwh	rw	rw	rw	rwh	rw			rw

```

ASC0_CON = 0x8811; // 1000 1000 0001 0001
// R    = 1 – генератор тактовой частоты включен
// BEN  = 1 – дробный делитель тактовой частоты включен
// REN  = 1 – прием включен
// STP  = 1 – один стоп бит
// M    = 1 – длина байта данных 8-бит
// Записываем значение перезагрузки для таймера генератора тактовой
// частоты и значение дробного делителя соответствующее частоте 9600
ASC0_BG = 0x000A;
ASC0_FDV = 0x0103;
}
//=====
//                               Функция инициализации Таймера-0
//=====

void init_Timer0 (void)
{
// Настраиваем Таймер-0 на частоту генерации прерывания 10Гц
//Non-Staggered Mode
//Ptx(us) = (2^16-TxREL)*2^TxI/Fcc(MHz)
//Staggered Mode
//Ptx(us) = (2^16-TxREL)*2^(TxI+3)/Fcc(MHz)
// ОСТАНАВЛИВАЕМ ТАЙМЕР-0
// Записываем в управляющий регистр таймера T01CON следующие значения
// соответствующие частоте генерации прерываний 10Гц.
CC1_T01CON &= 0xFF00;
CC1_T01CON |= 0x0001;//TxI = 1
// Записываем в регистр TOREL значение перезагрузки таймера
CC1_TOREL = -2500;
CO1_T0    = -2500;
CC1_IOC   = 4;
}
//=====
//                               Функция инициализации Прерываний
//=====

void init_interrupt (void)
{
// Разрешаем прерывание таймера-0 и задаем его приоритет
CC1_T0IC = IC_IE(0) + IC_ILVL(6) + IC_GLVL(0);

```

```

CC1_T0IC_IE = 1;
// Разрешаем прерывания RS232 на прием и передачу и задаем их приоритеты
ASC0_RIC      = IC_IE(0) + IC_ILVL(5) + IC_GLVL(0);
ASC0_TIC      = IC_IE(0) + IC_ILVL(5) + IC_GLVL(1);
ASC0_RIC_IE = 1;    // Разрешение прерывания UART0 Receive
ASC0_TIC_IE = 1;    // Разрешение прерывания UART0 Transmit
}
//=====
//                               Функция инициализации всей периферии
//=====
void init_sys (void)
{
Init_Hard_Trap_Int ();    // Инициализация прерываний Hard Trap
init_ports ();           // Инициализация портов ввода/вывода
init_com ();              // Инициализация последовательных портов
init_Timer0 ();           // Инициализация Таймера-0
init_CAN1();              // Инициализация CAN-1
init_CAN2();              // Инициализация CAN-2
init_var ();              // Инициализация переменных
init_interrupt ();       // Инициализация прерываний
}

```

Настройка CAN-интерфейса - функция init_CAN1()

В Проекте CAN интерфейс имеет следующие настройки:

1. Скорость обмена – 125 кбит/с.
2. Идентификатор стандартный – 11 бит.

Функции инициализации для CAN-1 и CAN-2 аналогичны, поэтому рассмотрим только процедуру инициализации CAN-1.

С помощью макросов настраиваем соответствующие Message Box на прием и передачу данных.

Листинг 2

```

//*****
//                               Message Object-1 (Передача данных)
//*****
// Задаем идентификатор
#define ID1_Encoder1 (CanID11(0x7A8))
// Записываем его через маску в поле идентификатора
#define ID1MSK      (CanID11(0x7FF) | CanIDEMSK)
// Настраиваем Message Box на ПЕРЕДАЧУ данных, со стандартным
// идентификатором 11-бит, длина сообщения 8-байт
#define ID1TYP      (CanNodeA | CanTX | CanIDS | SetDLC(8))
// Разрешаем прерывание на передачу сообщения
#define ID1IntChk   (C1MOBJ[1].msg_ctl & TXIE_MASK)

```

```

//*****
//
//          Message Object-2 (Прием данных)
//*****
// Задаем идентификатор
#define ID2_Encoder    (CanID11(0x7A0))
// Записываем его через маску в поле идентификатора
#define ID2MSK        (CanID11(0x7FF) | CanIDEMSK)
// Настраиваем Message Box-2 на ПРИЕМ данных, со стандартным
// идентификатором 11-бит, длина сообщения 8-байт
#define ID2TYP        (CanNodeA | CanRX | CanIDS | SetDLC(8))
// Разрешаем прерывание на передачу сообщения
#define ID2IntChk      (C1MOBJ[2].msg_ctl & RXIE_MASK)
// Создаем таблицу для всех используемых Message Objects
unsigned char const id_typ[] =
{
0,          // dummy element
ID1TYP,
ID2TYP,
};
//=====
//
//          Функция инициализации CAN-1
//=====

void init_CAN1 (void)
{
static int idata i;
// Конфигурируем выходы порта P4.5 и P4.6 как выходы CAN интерфейса
// Устанавливаем альтернативную функцию порта P4.6 (CAN-TxD), P4.5
// (CAN-RxD)
BSet(ALTSEL0P4, 6);
BitModify(DP4, 0x0060, 0x0040);
// Конфигурируем регистр управления CAN, проводим инициализацию CAN
CAN_ACR = CR_CCE + CR_INIT;
// Конфигурируем регистры синхронизации CAN-устанавливаем скорость
// обмена 125 Кбит/с
CAN_ABTRL =
BTR_BRP(7)+BTR_SJW(0)+BTR_TSEG1(12)+BTR_TSEG2(5)+BTR_DIV8X(0);
// Конфигурируем регистр глобального прерывания CAN-1
CAN_AGINP = EINP(0) + LECINP(0) + TRINP(0) + CFCINP(0);
// Отключаем генерацию прерывания для Message Objects 3 – 15
// Включаем генерацию прерывания для Message Objects 1, 2
CAN_AIMRH0 = 0x0000;
CAN_AIMRLO = 0x0006;
// Выключаем неиспользуемые Message Object с 3 по 15
for (i = 5; i <= 16; i++)

```

```

{
C1MOBJ[i].msg_ctl = MCR_CLRALL;
}
// Инициализируем Message Object -1
C1MOBJ[1].msg_ctl = MCR_ENA_TXIE; // Прерывание на передачу
C1MOBJ[1].msg_cfg_H = CanTxInp(0) + CanRxInp(0);
C1MOBJ[1].msg_cfg = ID1TYP; // Устанавливаем регистр конфигурации
CanSetID (ID1_Encoder1, 1); // Устанавливаем регистр арбитража
// Инициализируем Message Object-2
C1MOBJ[2].msg_ctl = MCR_ENA_RXIE; // Прерывание на передачу
C1MOBJ[2].msg_cfg_H = CanTxInp(0) + CanRxInp(0);
C1MOBJ[2].msg_cfg = ID2TYP; // Устанавливаем регистр конфигурации
CanSetID (ID2_Encoder, 2); // Устанавливаем регистр арбитража

// Инициализируем регистр Контроля/Статуса CAN-1 для завершения
// инициализации CAN-1, разрешаем прерывания CAN-1
CAN_ACR = CR_EIE + CR_LECIE;
}

```

Низкоуровневые функции модуля CAN

CAN1_low_func.c – файл, содержащий низкоуровневые функции для модуля CAN1 (обработка прерывания CAN, прием, отправка сообщений).

Процедуры обработки прерываний CAN-1 и CAN-2 аналогичны, поэтому рассмотрим только процедуру обработки прерываний CAN-1.

Особенность обработки прерываний от CAN интерфейса в микроконтроллере XC164, заключается в том, что для различных событий CAN интерфейса (прием сообщения, передача сообщения, возникновение ошибки на линии и т.д.) существует всего один вектор прерывания, в отличие, например от последовательного интерфейса, у которого на каждое событие существует отдельное прерывание. Поэтому процедура обработки прерывания по CAN состоит в том, что при возникновении прерывания, функция обработчик первым делом проверяет состояние регистра события CAN, в котором как раз и содержится код происшедшего события, далее при помощи оператора `switch()`, происходит обработка соответствующего события.

Листинг 3

```

//=====
//
//                               Функция обработки прерывания CAN-1
//=====
void CAN_0 (void) interrupt CAN_0IC = 84
{
    unsigned char intID, status, error_code;
    // Проводим процедуру обработки прерывания до тех пор, пока состояние
// регистра
    // intID CAN не будет равно 0x00

```

```

while (intID = (unsigned char)CAN_AIR)
{
CAN_AIR = 0;
// Считываем код произошедшего события из регистра CAN intID
// производим обработку события по его коду
switch (intID)
{
// *****
// Код-1 (Произошло обновление регистра статуса)
// *****
case 1:
{
if (status & 0x80) // BOFF произошло отключение от шины
{
// Сбрасываем бит INIT и ждем 129 циклов передачи по шине
BReset(CAN_ACR, 0);
// После этого бит BUSOFF автоматически очищается
}
if (status & 0x08) // TXOK Передача сообщения закончена
{
// Сбрасываем бит TXOK
status &= 0xF7;
CAN_ASR = status;
}
if (status & 0x10) // RXOK Прием сообщения закончен
{
// Сбрасываем бит RXOK
status &= 0xEF;
CAN_ASR = status;
}
if (status & 0x07) // LEC – код последней произошедшей ошибки
{
// Считываем код последней произошедшей ошибки
error_code = (unsigned char)((status & 0x07) >> 8);
error_code_CAN = error_code;
switch (error_code)
{
// Ошибка бит-стаффинга
case 1: { ; } break;
// Принятый фрейм имеет неправильный формат
case 2: { ; } break;
// Нет ответа на переданное сообщение от другого узла
case 3: { ; } break;

```

```

// В процессе передачи устройство пыталось выставить
// на шине рецессивный уровень, но считан доминантный
case 4:{ ; }break;
// В процессе передачи устройство пыталось выставить
// на шине доминантный уровень, но считан
// рецессивный
case 5:{ ; }break;
// Ошибка контрольной суммы CRC в принятом сообщении
case 6:{ ; }break;
default : { ; }
} // switch (error_code)
}break; // case: 1
//*****
// Код-2+1 (Возникло прерывание сообщение передано)
//*****
case 2+1:
{
// Сбрасываем флаг прерывания
C1MOBJ[1].msg_ctl = INTPND_CLR;
// Очищаем буфер на передачу
if(ostart != oend)
{
if(CAN1Send (1, outbuf[oend & (OLEN-1)]) == 0)
{
oend++;
}
}break; // case 2+1:
//*****
// Код-2+2 (Возникло прерывание сообщение принято)
//*****
case 2+2:
{
// Считываем данные из приемного буфера
if (CAN1Read (2, inbuf[istart & (ILEN-1)]) == 0){ istart++; }
// Сбрасываем флаг прерывания
C1MOBJ[2].msg_ctl = INTPND_CLR;
}break; // case 2+2:
// *****
default: { ; }break;
//*****
} // switch (intID)
} // while (intID = (unsigned char)CAN_AIR)
} // void CAN_0 (void) interrupt CAN_0IC = 84

```

ФГБОУ ВО "ТУМРФ имени адмирала С.О.Макарова"

Функции приема/передачи сообщений CAN

```
//=====
// Функция ПРИЕМА данных из соответствующего Message Object
//=====
// Входные параметры:
//      ch = номер Message Objects 1..15
//      p  = указатель на буфер данных
// Возвращаемые значения:
//      0  = новое сообщение принято в приемный буфер
//      -1 = Message Objects не настроен на прием
//      -2 = нет данных
//=====
int CAN1ReadIsr (unsigned int ch, void *p)
{
    static unsigned char idata typ;
    // Проверяем существует ли такой Message Object
    if (ch >= sizeof (id_typ)) return (-1);  typ = id_typ[ch];
    // Проверяем, настроен ли Message Object на прием, если нет, возвращаем код
    // ошибки
    if ((typ & DIR_MASK) != CanRX) return (-1);
    // Нет новых данных
    if (!(C1MOBJ[ch].msg_ctl & NEWDAT)) return (-2);
    // Копируем данные в приемный буфер
    memcpy (p, C1MOBJ[ch].msg, (typ >> 4));
    C1MOBJ[ch].msg_ctl = NEWDAT_CLR;
    return (0);
}
//=====
// Функция ПЕРЕДАЧИ данных из соответствующего Message Object
//=====
// Входные параметры:
//      ch = номер Message Objects 1..15
//      p  = указатель на буфер данных
// Возвращаемые значения:
//      0  = новое сообщение записано в выходной буфер, передача начата
//      -1 = Message Objects не настроен на передачу
//      -2 = предыдущее сообщение не отправлено
//=====
int CAN1Send(unsigned int ch, void *p)
{
    static unsigned char idata typ;
    if (ch >= sizeof (id_typ)) return (-1);
    typ = id_typ[ch];
```

```
// Проверяем, настроен ли Message Object на передачу, если нет, возвращаем // код  
ошибки
```

```
if ((typ & DIR_MASK) != CanTX){ return (-1); }  
// Проверяем, отправлено ли предыдущее сообщение  
if ((C1MOBJ[ch].msg_ctl & TXRQ_) { return (-2); }  
// Копируем данные в выходной буфер  
memcpy (C1MOBJ[ch].msg, p, (typ >> 4));  
// Начинаем отправку установив бит TXRQ  
C1MOBJ[ch].msg_ctl = MSGVAL_SET & TXRQ_SET & CPUUPD_CLR;  
return(0);  
}
```

Низкоуровневые функции RS485

RS485_low_func.c – файл, содержащий низкоуровневые функции для модуля последовательного интерфейса (обработка прерываний на прием, передачу, отправку сообщений, прием, отправка сообщений).

В отличие от интерфейса CAN последовательный интерфейс RS485 имеет на каждое свое событие свой собственный вектор прерываний.

```
//=====  
//                               Функция обработки прерывания на прием по RS485  
//=====void  
transmit(void) interrupt TXD_INT = 0x2A  
{  
    unsigned char data, rez;  
    // Считываем байт из приемного регистра  
    data = ASC0_RBUF;  
    // Ждем стартовый символ  
    if(!start_ok)  
    {  
        if(data == '$')  
        {  
            start_ok = 1;  
            BUF_IN [rec_count] = data; // Копируем байт в приемный буфер  
            previous_byte = 0;  
            rec_count++;           // Инкрементируем счетчик принятых байтов  
        }  
    }  
    else  
    {  
        BUF_IN[rec_count] = data; // Набиваем входной буфер  
        rec_count++;           // Инкрементируем счетчик принятых байтов  
        // Ждем признаков конца сообщения 0x0D и 0x0A  
        if ((previous_byte == 0x0D)&&(data == 0x0A))
```

```

{
data = 0;
// Проверяем контрольную сумму
rez =crc_check(BUF_IN ,0,59);
if (rez == 0)
{
start_ok = 0;
rec_count = 0;
get_new_msg = 1; // Устанавливаем флаг получения нового сообщения
send_msg(); // отправляем ответное сообщение
} //if(data == 0x0D)
previous_byte = data;
} //else if(!start_ok)
}
//=====
//                Функция обработки прерывания на передачу по RS485
//=====

void transmit(void) interrupt TXD_INT = 0x47
{
// Записываем передаваемый байт в регистр передачи
ASC0_TBUF = BUF_OUT[tr_count];
// Инкрементируем счетчик переданных байтов
tr_count++;
// Выдаем байты пока буфер на передачу не опустеет
if(tr_count == Tx_size)
{
// запрещаем прерывание на передачу
ASC0_TBIE = 0;
// Выключаем передачу в драйвере RS485
rs485_enable = 0;
}
}
//=====
//                Функция инициализации отправки сообщения по RS485
//=====

void send_msg(void)
{
int rez;
//Создаем сообщение с контрольной суммой
msg_prepare();
rez = crc_check(BUF_OUT ,1,59);
// Сбрасываем счетчик переданных байтов
tr_count = 0;
// Инициуем передачу сообщения установив бит ASC0_TBIE = 1;

```

```
ASCO_TBIE = 1;  
}
```

```
//=====  
// Функция проверки контрольной суммы, принятого по RS485 сообщения  
//=====  
// mas – буфер обмена  
// io=0 - ввод = 1 - вывод  
// prb=1- по ГОСТу - начальная позиция контролируемых полей в буфере  
// kcs - адрес <*> ограничителя начала поля контр суммы в буфере  
// fks - флаг результат = 0 - контр. сумма правильная (ввод)  
//=====
```

```
int crc_check(unsigned char *mas, int io, int kcs)
```

```
{  
    int i, fks;  
    unsigned char kch, chr;  
    fks = 0;  
    kch = mas[1];  
    for (i=2; i<kcs; i++)  
    {  
        kch^=mas[i];  
    }  
    chr=kch & 0x0f;  
    if(chr <= 9)  
    {  
        chr+ = 0x30;  
    }  
    else  
    {  
        chr = (chr-0x0a)+0x41;  
    }  
    if(io==0)  
    {  
        if(mas[kcs+2] != chr) fks = 1;  
    }  
    else { mas[kcs+2] = chr; }  
    chr = ((kch >> 4) & 0x0f);  
    if(chr<=9)  
    {  
        chr+=0x30;  
    }  
    else { chr=(chr-0x0a)+0x41; }  
    if(io==0)
```

```

{
if(mas[kcs+1] != chr) { fks=1; }
}
else
{
mas[kcs+1] = chr;
}
return (fks);
}
//=====

```

Протокол информационного обмена

Например, прибор передает: текущую скорость движения полотна транспортера; величину ускорения при разгоне; величину тормозного пути; величину холостого выбега; время останова с рабочей скорости; время разгона на подъем (спуск);

Диапазоны возможных значений передаваемых данных следующие:

1. Текущая скорость движения полотна: 0...1500 мм/с ± 50 мм.
2. Величина ускорения при разгоне: 0...1000 мм/с² ± 100 мм/с.
3. Тормозной путь : 200...1500 мм ± 20 мм.
4. Холостой выбег: 1000...1500 мм ± 50 мм.
5. Время останова транспортера с рабочей скорости: 0...10000 мс ± 50 мс.
6. Время разгона на подъем (спуск): 0...10000 мс ± 50 мс.

Для передачи этих величин достаточно переменной типа **unsigned int** (0...65535).

По каждому из каналов CAN поступают 16-ть Message Objects и с целью минимизации количества Message Objects требуемых для обмена с абонентами по одному и тому же идентификатору, отправляются различные данные, в зависимости от кода команды переданного в сообщении. Формат сообщения передаваемого от контроллера в измеритель скорости имеет вид представленный в таблице.

Таблица – Формат сообщения передаваемого от контроллера в измеритель

Идентификатор	Байт-0	Байт-1	Байт-3	Байт-4	Байт-5	Байт-6	Байт-7
ID	CMD	x	x	x	x	x	CNT

где:

ID – идентификатор сообщения, 11-бит;

CMD – код передаваемой команды;

если равен “0x46” – то ответ передаются следующие данные:

- текущая скорость движения полотна транспортера;
- величина ускорения при разгоне;
- время останова транспортера с рабочей скорости;

если равен “0x53” – то ответ передаются следующие данные:

- тормозной путь транспортера;
- холостой выбег;
- время разгона на подъем (спуск);

CNT – номер текущего сообщения.

X – любое значение;

Формат сообщения передаваемого измерителем скорости в контроллер имеет вид представленный в таблице.

Таблица 2 - Формат сообщения передаваемого прибором контроля скорости в МПУ

Идентификатор	Байт-0	Байт- 1	Байт-2	Байт-3	Байт-4	Байт-5	Байт-6	Байт-7
ID	CMD							
ID	0x46	SP_H	SP_L	AC_H	AC_L	TS_H	TS_L	CNT
ID	0x53	BW_H	BW_L	EV_H	EV_L	DT_H	DT_L	CNT

где:

ID – идентификатор сообщения, 11-бит;

CMD – код команды, принятой от МПУ;

SP_H, SP_L – старший и младший байты значения текущей скорости движения транспортера соответственно.

AC_H, AC_L – старший и младший байты значения величины ускорения при разгоне соответственно.

TS_H, TS_L – старший и младший байты времени останова транспортера с рабочей скорости соответственно.

BW_H, BW_L – старший и младший байты значения тормозного пути транспортера соответственно.

EV_H, EV_L – старший и младший байты значения холостого выбега транспортера соответственно.

DT_H, DT_L – старший и младший байты значения времени разгона транспортера соответственно.

CNT – номер текущего сообщения, прибора измерителя скорости возвращает тот же номер сообщения, что и полученный от контроллера.

Пример:

Для передачи значения скорости 750 мм/с старший и младший байты будут содержать следующие данные представленные в таблице:

Таблица 3 – Передача значения скорости

Передаваемое значение	В формате bin	В формате hex	В формате Dec
750	0000 0010 1110 1110	0x2EE	750
SP_H	0000 0010	0x2	2
SP_L	1110 1110	0xEE	238

Для обратного преобразования значений SP_H, SP_L в исходное значение, надо сделать следующие действия:

//=====

```

//          Преобразование SP_H и SP_L в исходное значение
//=====
unsigned int var_H, var_L, var_REZ;
var_L = SP_H;          // 0000 0000 0000 0010b
var_H = SP_L;          // 0000 0000 1110 1110b
var_H = (var_H << 8); // Побитовый сдвиг влево на 8-мь
                       // результат – 0000 0010 0000 0000b
var_REZ = var_H | var_L; // Побитовое “ИЛИ” переменных SP_H и SP_L
// В var_REZ теперь содержится исходное значение скорости = 750;

```

Для остальных переменных операции преобразования аналогичны.

Протокол информационного обмена по интерфейсу RS485

Обмен по каналу RS485 происходит со следующими параметрами:

Скорость передачи данных: 9600 Кб/с; Частота обмена: 10Гц; Количество стоповых бит: один. Длина данных: 8 бит. Проверка на четность/нечетность: отсутствует.

Формат сообщений для обмена по каналу RS485 организован в соответствии со стандартом NMEA-0183.

Формат сообщения представлен в таблице.

Таблица 4 - Формат сообщения

№ байта	Значение	Назначение
0	\$	Признак начала сообщения;
1	SC	Идентификатор источника сообщения (SC – контроллер скорости);
2		
3	CMD/DAT	Идентификатор формата сообщения (CMD - передается команда управления, DAT – запрос на получение данных);
4		
5		
6	,	Разделитель полей (запятая)
7	CMD_COD	0x31 – движение вверх; 0x32 – движение вниз; 0x33 – стоп; 0x34 – ремонтный режим;
8	,	Разделитель полей (запятая)
9	SP_1	1 разряд значения скорости движения
10	SP_2	2 разряд значения скорости движения
11	SP_3	3 разряд значения скорости движения
12	SP_4	4- разряд значения скорости движения
13	,	Разделитель полей (запятая)
14	REZERV	В данный момент не используются
15	REZERV	В данный момент не используются
16	REZERV	В данный момент не используются
17	REZERV	В данный момент не используются
18	*	Разделитель для контрольной суммы
19	CRC_H	Старший байт контрольной суммы
20	CRC_L	Младший байт контрольной суммы
21	CR	0x0D – признак конца строки
22	LF	0x0A – признак возврата каретки

Все данные, кроме контрольной суммы, передаются в стандарте ASC II.

Пример.

Передача команды движение вверх, со скоростью 750 мм/с, будет иметь следующий вид:

\$ SCMD , 1 , 0750 , RRRR , * CRC_H , CRC_L , <CR> <LF> ,

где xxxx – зарезервированные поля, не используемые в данный момент, должны иметь значение 0x52.

Контрольная сумма, рассчитывается, как сумма всех байт от «\$» до «*» по модулю два и до ASCII-кода не дополняется.

В ответ на полученное сообщение, выслается аналогичное сообщение с кодом команды полученной от платы контроллера. Ответное сообщение при выполнении команды имеет следующий вид:

\$ FCCMD , 1 , 0750 , RRRR , * CRC_H , CRC_L , <CR> <LF> ,

(FC - Идентификатор источника сообщения – преобразователь частоты);

Для проверки функционирования интерфейсов CAN и RS485 в отсутствие остальных абонентов сети можно использовать стенд. Компьютер, подключается к плате (разъем XP1) через преобразователь CAN→USB и специализированное программное обеспечение - позволяет передавать и принимать сообщения, передаваемые по CAN, а также просматривать содержимое байтов данных. Со стороны платы контроллера скорости и преобразователя CAN→USB установлены терминаторы номиналом 120 Ом. На компьютере установлена программа Code Vision AVR, имеющая встроенную программу для просмотра и отправки сообщений через RS232. Компьютер может не иметь встроенного интерфейса RS485 и подключение к нему должно производиться через преобразователи: RS232→RS485 и RS232→USB.

Для имитации обмена по интерфейсу CAN на компьютере может быть установлена программа, формирующая запросы и изучение элементов интерфейсов CAN и USB.

Программа может: проверить связь с конвертером посредством безошибочного открытия канала; выбрать скорость передачи по каналу; отправлять пакеты данных; отправлять Remote Transmit Request (RTR) пакеты; настроить аппаратные маску и фильтры CAN контроллера; принимать CAN пакеты; работать непосредственно с регистрами CAN контроллера; изменить параметры программы конвертера; отображать по запросу значения счётчиков ошибок приёмника и передатчика CAN.

3. Порядок выполнения работы

Получить задание у преподавателя. Задание представляет собой таблицу, в которой перечислен набор изучаемых элементов CANT(отмечены выше).

Выполнить поиск по таблице и составить типовые схемы, выявленных решений через Интернет.

Составить схемы элементов: алгоритмов и программ, интерфейсов, протоколов и технологий для CANT, используя, например, информационные технологии Microsoft.

4. Содержание отчета

Отчет должен содержать: *Таблицу заданных элементов CANТ; составленную схему поиска и выявленных элементов CANТ через Интернет; составленные по заданиям из таблицы схемы ключевых элементов: интерфейсов, протоколов и технологий для CANТ.*

Лабораторная работа 6

Изучение открытой полевой шины

1. Цель работы

Изучение семейства PROFIBUS из трех совместимых друг с другом версий: PROFIBUS PA, PROFIBUS DP и PROFIBUS FMS.

2. Основные теоретические положения

PROFIBUS ((PROcess FIeld BUS)) (читается - Профи бас) - открытая полевая шина (сеть), разработанная компанией Siemens AG для контроллеров SIMATIC.

PROFIBUS отвечает требованиям международных стандартов IEC 61158 и EN 50170 и поддерживается PROFIBUS NETWORK ORGANISATION (PNO).

PROFIBUS использует обмен данными между ведущим и ведомыми устройствами и базируется на использовании стандартного протокола PROFIBUS.

Сеть PROFIBUS построена в соответствии с многоуровневой моделью ISO 7498 - OSI. PROFIBUS определяет следующие уровни: физический; канальный; приложений.

Семейство PROFIBUS состоит из трех совместимых друг с другом версий: PROFIBUS PA, PROFIBUS DP и PROFIBUS FMS.

В каналах PROFIBUS чаще используют: экранированную витую пару; оптоволоконный кабель. Скорость передачи от 9,6 Кбит/сек до 12 Мбит/сек.

В PROFIBUS существует единый протокол доступа к шине. Этот протокол реализуется на 2 уровне модели ISO (PROFIBUS-FDL) - процедура доступа с помощью маркера (token). Сеть PROFIBUS состоит из ведущих (master) и ведомых (slave) станций. Ведущая станция может контролировать шину, то есть может передавать сообщения (без удалённых запросов), когда она имеет право на это (то есть когда у неё есть маркер). Ведомая станция может лишь распознавать полученные сообщения или передавать данные после соответствующего запроса.

Маркер циркулирует в логическом кольце, состоящем из ведущих устройств. Если сеть состоит только из одного ведущего, то маркер не передаётся (master-slave). Сеть с минимальной конфигурацией может состоять либо из двух ведущих, либо из одного ведущего и одного ведомого устройства.

Среда конфигурирования сети и программирования контроллеров - STEP 7 (для SIMATIC: S7-300 и S7-400).

PROFIBUS DP - протокол, ориентированный на обеспечение обмена данными между системами автоматизации (ведущими DP-устройствами) и устройствами распределённого ввода-вывода (ведомыми DP-устройствами). Протокол учитывает воздействие внешних электромагнитных полей и близок к RS-485, но сетевые карты

используют 2-х портовую рефлексивную память, что позволяет устройствам обмениваться данными без загрузки процессора контроллера.

PROFIBUS PA - протокол обмена данными с оборудованием полевого уровня, расположенным в обычных или Ex-зонах (взрывоопасных зонах). Протокол отвечает требованиям международного стандарта IEC 61158-2. Позволяет подключать датчики и приводы на одну линейную шину.

PROFIBUS FMS - универсальный протокол для решения задач по обмену данными между сетевыми устройствами (компьютерами/программаторами, подсистемами человеко-машинного интерфейса) на полевого уровне. Скорость до 12 Мбит/с.

Profibus DP позволяет реализовать *Mono* и *MultiMaster* системы. Центральный контроллер (ведущее устройство) циклически считывает входную информацию с ведомых устройств и циклически записывает на них выходную информацию. При этом время цикла шины должно быть короче, чем время цикла программы контроллера, которое для большинства приложений составляет приблизительно 10 мсек.

Profibus DP предоставляет функции по диагностике и конфигурированию. Коммуникационные данные отображаются специальными функциями как со стороны ведущего, так и со стороны ведомого устройства.

Диагностические сообщения передаются по шине мастеру, сообщения делятся на три уровня: связанная со станцией диагностика - определяет состояние всего устройства (перегрев, низкое напряжение и т. д.); связанная с модулем диагностика - сообщения связанные с ошибками в том или ином входном/выходном модуле; связанная с каналом диагностика - определяют ошибку конкретного бита входа/выхода.

Передача данных между мастером и ведомым устройством делится на три фазы: параметризация; конфигурирование; передача данных. Мастер может посылать управляющие команды одному, группе или всем своим ведомым устройствам. Существует две таких команды. Одна переводит ведомые устройства в режим sync (все выходы блокируются в текущем состоянии), другая - переводит в режим freeze (все входы блокируются в текущем состоянии). Вывод из этих режимов происходит с помощью команд unsync и unfreeze соответственно. В дополнение к данной системе передачи, существуют расширенные DP функции, которые позволяют производить ациклическое чтение и запись параллельно циклической передаче данных.

PROFIBUS PA - полевая шина, служит для соединения систем автоматизации и систем управления процессами с полевыми устройствами (датчики давления, температуры, уровня). Используется для аналоговой (от 4 до 20 мА) технологии.

Profibus PA использует основные *Profibus DP* функции передачи измеренных величин и состояния контроллера, а также расширенные функции *PROFIBUS DP* для параметризации и операций с полевыми устройствами.

Profibus FMS - протокол предназначен для связи программируемый контроллеров друг с другом.

Часто используется комбинированный режим работы устройств *Profibus FMS* и *Profibus DP*, в этом случае между мастерами и ведомыми устройствами используется протокол DP, а между самими мастерами протокол FMS.

Коммуникационная модель *Profibus FMS* допускает объединение распределенных процессов приложений в общий процесс с использованием коммуникационных связей.

Часть процесса приложения в полевого устройстве, которая может быть достигнута через сеть называется виртуальным полевым устройством VFD. В нем

находится словарь так называемых коммуникационных объектов, через которые и происходит связь между устройствами с помощью служб.

Словарь содержит описание, структуру и типы данных, а также связи между адресами внутреннего устройства коммуникационных объектов и их назначение на шине (индекс/имя).

Словарь состоит из следующих объектов: заголовок- информация по структуре словаря; список статических типов данных; список поддерживаемых статических типов данных; словарь статических объектов (в нем все статические коммуникационные объекты); динамический список - списка переменных; список всех списков переменных; динамический список программ - список всех программ.

Все промышленные сети работают под руководством и контролем Международной организации по поддержке и продвижению PROFIBUS - PNO. В России действует отделение PNO на базе российской Ассоциации "VERA+".

PROFIBUS (сети для наружного и внутреннего монтажа (cell and field area) согласно PROFIBUS стандарту DIN 19245 с гибридным способом доступа по эстафетной магистрали (token bus) и ведущий-ведомый (master-slave). Эта сеть работает на витой паре или оптоволоконном кабеле.

PROFIBUS-FMS допускает гибридную архитектуру взаимодействия узлов, основанную на таких понятиях, как виртуальное устройство сети, объектный словарь устройства (переменная, массив, запись, область памяти, событие и др.), логическая адресация и т.д.

PROFIBUS-FMS определяет уровни 1, 2 и 7 и предоставляет пользователю широкий выбор коммуникационных функций. Подуровень 7-го уровня LLI (Lower Layer Interface) реализует часть функций отсутствующих 3-6 уровней и делает возможным доступ к уровню 2 различных FMS-устройств различных производителей.

PROFIBUS-DP. В DP-протоколе существуют три типа устройств: Мастер Класса-2 (DPM2) - может выполнять функции конфигурирования и диагностики устройств сети; Мастер Класса-1 (DPM1) - программируемые контроллеры (PLC, PC), в оперативном режиме выполняющие функции ведущего узла в сети; Ведомые устройства (DP Slave) - пассивные устройства с аналоговым или дискретным вводом/выводом. PROFIBUS-DP использует 1-й и 2-й уровни и реализует набор функций, обеспечивающих интерфейс к прикладной задаче пользователя. Отсутствие уровня 7 обеспечивает эффективную технологию передачи за счет прямого доступа к функциям канального уровня.

PROFIBUS-PA представляет собой расширение DP-протокола в части физической среды передачи, основанной на реализации IEC1158-2 стандарта для организации передачи во взрывоопасных средах. Он может быть использован как замена 4-20mA технологии связи. Переход на PA позволяет сократить расходы на организацию сети примерно на 40% (для коммутации датчиков требуется всего одна витая пара с возможностью энергоснабжения устройств по этому же каналу).

На одном физическом канале одновременно могут работать устройства всех трех типов PROFIBUS. Переход из одной физической среды в другую реализуется на основе соответствующих трансиверов.

Передающая среда в PROFIBUS, как правило, строится на основе RS485 интерфейса. Эта технология передачи имеет еще название H2.

Технология передачи по IEC1158-2 используется в химической и нефтехимической индустрии и обеспечивает использование устройств во взрывоопасных средах с

возможностью энергоснабжения устройств непосредственно по коммуникационной шине. Эта технология имеет название H1 и используется в PROFIBUS-PA (Process Automation). Посылаемые по шине сигналы модулируются током +/-9mA от базового тока в 10mA.

Основной характеристикой производительности DP протокола является число опрашиваемых ведомых (SLAVE) узлов в единицу времени.

Взаимодействие между ведущими узлами осуществляется на основе передачи Права доступа к среде передачи (телеграмма-маркер). В PROFIBUS реализуется схема ведущий/ведомый с переменным ведущим (гибридный метод). Маркер циркулирует между всеми ведущими устройствами в рамках предопределенного времени оборота маркера от узла с меньшим адресом к узлу с большим. После того, как активная станция получает маркер, ей на определенное время дается право выполнять на шине функции ведущего устройства. Протокол может работать как в режиме точка-точка, так и в режиме широкого вещания (broadcast). При широковещательной посылке ведущий узел не получает никакого квитирования.

PROFIBUS позволяет связать в одно информационное пространство все контроллеры, а при необходимости в эту же сеть можно подключать компьютер с реализацией пульта диспетчера (на основе пакета InTouch).

3. Порядок выполнения работы

Получить задание у преподавателя.

Задание представляет собой таблицу, в которой перечислен набор изучаемых элементов PROFIBUS (отмечены курсивом).

Составить схему поиска заданных элементов PROFIBUS и выполнить поиск по учебной литературе и Интернету.

Составить схемы элементов: интерфейсов, протоколов и технологий для PROFIBUS, используя, например, информационные технологии Microsoft.

4. Содержание отчета

Отчет должен содержать: *Таблицу заданных элементов PROFIBUS; составленную схему поиска и выявленных элементов PROFIBUS через литературу и Интернет; составленные по заданиям из таблицы схемы ключевых элементов: интерфейсов, протоколов и технологий для PROFIBUS.*

Лабораторная работа 7

Изучение интерфейсной карты

1. Цель работы

Изучение модуля ISA /CAN на базе контроллера Philips SJA1000.

2. Основные теоретические положения

ISA/CAN – 8 - разрядная ISA плата с контроллером Philips SJA1000; частота синхронизации 16 МГц; выбор одной из десяти линий прерываний IRQ: 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15; доступ к CAN благодаря отображению внутренних регистров контроллера в область памяти центрального процессора; базовый адрес выбирается с помощью DIP переключателей, начиная с 0xC0000 с шагом 4 Кбайт; bus интерфейс с гальванической развязкой; драйвер Sja1000.sys и программа MONITOR для Windows 2000; SjaConf.exe – программа конфигурации сервиса SJA1000 и установки драйвера для Windows NT 4.0.

Описание изучаемой сети на базе PC и ISA/CAN

Настройка модуля. До установки интерфейсной карты (модуля) в компьютер, нужно произвести настройку базового адреса и номера IRQ.

Настройка базового адреса карты производится с помощью DIP переключателей - SW1. Интерфейсная карта использует следующие за “Базовым адресом” 4 КБайт памяти. CAN-контроллер доступен в этой области памяти как элемент RAM. *Проверяем, что никакое другое устройство не использует область памяти, предназначенную для интерфейсной карты.*

Настройка IRQ производится с помощью замыкания перемычки W1. Надпись рядом с каждой перемычкой обозначает номер IRQ. Убедитесь в том, что замкнута только одна перемычка. Если по какой-либо причине не используем прерывание вообще, то оставляем все перемычки открытыми. *Удостоверьтесь, что выбранное прерывание не используется ни одним устройством в компьютере.*

Терминатор CAN устанавливаем с помощью перемычки W2. Шина CAN должна иметь терминаторы на обоих концах.

Устанавливаем карту в ISA слот на материнской плате. Проверяем то, что ножевой разъем карты полностью вошел в слот. Если не намерены использовать прерывания с номерами от 10 до 15, то для установки карты можно использовать 8-Bit слот. В этом случае убедитесь в том, что карта не соприкасается с деталями материнской платы PC.

Работа с картой в среде MS-DOS

После включения PC и загрузки выделяем для интерфейсной карты 4 Кбайт адресного пространства. Примеры демонстрируют эту процедуру для карты с базовым адресом - 0xD0000 и IRQ 12.

Если на компьютере используется менеджер памяти (например, EMM386.EXE), то необходимо модифицировать команду его запуска так, чтобы он не работал с областью адресов, в которых находится интерфейсная карта. Например, для EMM386.EXE команда запуска из CONFIG.SYS будет выглядеть так:

```
DEVICE = EMM386.EXE [Ваши опции]  
X=D000h-D0FFh.
```

Для работы с картой в MS-DOS не нужно устанавливать какие-либо драйверы. Необходимо запустить программу DOSMON, которая автоматически найдет карту, позволит ее сконфигурировать и работать с ней.

Установка драйвера для Windows 2000

1. В панели управления запустите программу «Установка оборудования». На экране отобразится окно мастера установки оборудования. Нажмите кнопку «Далее».
2. На запрос о поиске устройств "Plug&Play" нажмите «Далее».
3. На следующий запрос о поиске устройств не поддерживающих "Plug&Play" выберите радио-кнопку – «Выбрать из списка».
4. В появившемся списке выберите "MultiportSerial", а в случае его отсутствия – «Другие устройства».
5. В появившемся окне выбора устройства и производителя нажмите кнопку «Установить с диска», и укажите путь где находится драйвер карты. В окне имя файла должно отобразиться Sja1000.inf, нажмите кнопку "OK". На экране отобразится строка «CAN Bus SJA1000 controller (ISA)». Нажмите кнопку «Далее».
6. На экране отобразится диалог копирования файлов, в котором нужно указать расположение файла Sja1000.sys. Убедитесь в правильности пути размещения файлов и нажмите кнопку "OK".
7. На экране отобразится сообщение «Установка необходимого для поддержки работы программного обеспечения завершена». Нажмите кнопку «Готово».
8. Перезагрузите компьютер.

Примечание: Если после установки карты и программного обеспечения возникнут конфликты, то необходимо убедиться, что адрес памяти установленной карты совпадает с адресом, установленным на плате при помощи переключателя (по умолчанию этот адрес описывается в секции

* .FactDef Inf - файла). Для этого необходимо свернуть все окна. На рабочем столе Windows установить указатель мыши на ярлык «Мой компьютер» и нажать правую кнопку мыши. Выполнить пункт меню «Свойства». Выбрать вкладку «Устройства». Раскрыть строку «SerialMultiPort». Установить маркер на строку «CANBus SJA1000 controller (ISA)» при помощи мыши. Нажать кнопку «Свойства». Выбрать вкладку «Ресурсы». Установить маркер на строку

«Диапазон памяти». Выбрать одно из доступных значений описанных в Inf - файле. Так же настраивается запрос на прерывание, если прерывания не используются нужно выбрать номер конфигурации без прерываний. Нажать кнопку «OK». В окне диалога должно отобразиться сообщение «Конфликты не обнаружены». Нажать кнопку «OK». После отображения диалога «Создание принудительной конфигурации» нажмите кнопку «ДА». При отображении следующего диалога нажмите кнопку «Закрыть». Изменения вступают в силу после перезагрузки Windows 2000 и изменения ресурсов в Windows 2000

возможно только при использовании ядра без поддержки ACPI.

Установка драйвера для ОС Windows NT4.0

Для работы с картой необходимо установить драйвер SJA1000.sys. Войдите в систему с правами администратора. Запустите программу конфигурации сервиса Sja1000 "SjaConf.exe". Программа проверит регистрацию драйвера в системе. Если драйвер не

установлен, то будет выдан запрос на установку. При положительном ответе производится копирование файла "Sja1000.sys" в каталог \winnt\system32\drivers (при установке может потребоваться указать путь к файлу "Sja1000.sys") и вносятся изменения в системный реестр. Ресурсы, используемые картой (на базе контроллера Sja1000) могут быть определены автоматически или установлены вручную. При установке флажка "Автоопределение ресурсов" необходимо задать начальный адрес памяти (по умолчанию 0xC0000), размер области поиска (0x30000), шаг изменения базового адреса (0x1000) и перечислить возможные линии прерываний. При ручной установке необходимо задать количество устройств и назначить ресурсы каждому устройству отдельно (правильность вводимых значений не проверяется). Все изменения вступают в силу после перезагрузки системы. Если был выбран режим "Автоопределение ресурсов" количество обнаруженных устройств и ресурсы, занимаемые ими, будут отображаться при следующем запуске программы "SjaConf.exe".

Карта работает с программа DOSMON или с программой MONITOR (Windows NT 4.0, Windows 2000). Эти программы можно использовать для мониторинга CAN: отправки и приема сообщений.

Образ карты в памяти PC

Следует отметить смещения внутри области памяти, занимаемой картой CAN и области аппаратного сброса.

Регистры контроллера SJA1000 отображаются (memory mapping) в RAM персонального компьютера. Такое конструктивное решение позволяет прикладным программам обмениваться данными с контроллером. Чтение и запись производятся с помощью инструкций `read` и `write` процессора. Аппаратный сброс (`hardware reset`) CAN осуществляется при записи каких-либо данных в область аппаратного сброса. Программирование ISA /CAN - программирование регистров контроллера SJA1000. (SJA1000 Stand-alone CAN controller data sheet by Philips_ Semiconductors.)

Работа с контроллером

Примеры демонстрируют способы работы с контроллером SJA1000. Примеры написаны с использованием Borland C/C++ v.4.5 и должны правильно компилироваться в среде DOS всеми C компиляторами, совместимыми со стандартом ANSI C.

Инициализация CAN контроллера

Для правильной работы карты необходимо провести инициализацию контроллера SJA1000 - записать значение 0x5E в регистр Output Control.

Чтение регистров CAN контроллера

```
#define unsigned char BYTE
```

```
/*
```

```
// Описание: считывает один байт из CAN контроллера
```

```
// Параметры:
```

```

// mem_segment - базовый адрес карты (сегмент в терминах DOS)
// reg_offset - смещение читаемого регистра от базового адреса
//
// Возвращаемое значение: считанный байт
*/
BYTE can_hw_read ( int mem_segment, BYTE reg_offset )
{
    BYTE huge *can_base_ptr;
    can_base_ptr = ( mem_segment * 0x10000L );
    return ( *( can_base_ptr + reg_offset ) );
}

void main(void)
{
    BYTE reg_addr; /* определяет регистр */
    unsigned int segment; /* определяет базовый адрес */
    BYTE value; /* будет содержать значение регистра */
    reg_addr = 0x00;
    segment = 0xD000;
    value = can_hw_read ( segment, reg_addr );
}

```

Запись в регистры CAN контроллера

```

#define unsigned char BYTE
/*
// Описание: записывает один байт в CAN контроллер
// Параметры:
// mem_segment - базовый адрес карты (сегмент в терминах DOS)
// reg_offset - смещение читаемого регистра от базового адреса
// value - значение, которое будет записано
//
// Возвращаемое значение: нет
CAN-bus-ISA интерфейс Программирование CAN контроллера 18
*/
BYTE can_hw_write ( int mem_segment, BYTE reg_offset, BYTE value )
{
    BYTE huge *can_base_ptr;
    can_base_ptr = ( mem_segment * 0x10000L );
    *( can_base_ptr + reg_offset ) = value;
}

void main(void)
{
    BYTE reg_addr; /* определяет регистр */
    unsigned int segment; /* определяет базовый адрес */
    BYTE value; /* содержит значение регистра */
}

```

```

reg_addr = 0x00;
segment = 0xD000;
value = 1;
can_hw_write ( segment, reg_addr, value );
}

```

Аппаратный сброс CAN контроллера

```

void main(void)
{
BYTE huge *can_base_ptr;
BYTE foo = 1; /*значение не важно*/
unsigned int segment = 0xD000;
can_base_ptr = (segment * 0x10000L);
* ( can_base_ptr + 0x100 ) = foo;
}

```

CAN-bus-ISA интерфейс CAN-bus интерфейс 19

Активные карты характеризуются наличием контроллера, обеспечивающего предварительную обработку пакетов, поступающих из CAN и в CAN из ПК. В комплект поставки входит специализированное программное обеспечение (firmware) в исходных кодах для загрузки в контроллер, встроенный в карту.

Пассивные карты - устройства, "преобразующие шину однокристалльного контроллера в шину ПК" и отображающие внутреннюю память контроллера на область памяти ПК. В этом случае алгоритмы приема и передачи сообщений, а также обработки ошибок реализуются пользовательской программой, работающей на ПК.

В бездисковых станциях устанавливаются карты CAN и LAN. В карту LAN устанавливается ПЗУ для загрузки ПК по LAN с использованием протокола BOOTP. Бездисковые станции загружаются с центрального сервера, работающих под управлением операционной системы Linux с расширением реального времени RTLinux. После загрузки операционной системы по сети и разворачивания ее в памяти бездисковой станции производится монтирование тома сетевой файловой системы (NFS) на сервере, и станция получает доступ к «своей» прикладной программе, имитирующей узел CAN. Централизованная загрузка позволяет менять образ операционной системы сразу для всех станций и оперативно в одном месте менять прикладное программное обеспечение, имитирующее узел CAN. Прикладная программа позволяет портировать исходный код под один из компиляторов для контроллеров. По мере появления освоения и монтажа узлов сети, бездисковые ПК могут ими заменяться. Данная методика может быть рекомендована для имитационного моделирования сложных распределенных систем управления на транспорте, в промышленности, в автоматизации больших экспериментальных установок.

В случае наличия доступа к сети из двух компьютеров с картами для CAN с соответствующим набором программного обеспечения, поставляемым вместе с картами можно изучить специфику обмена по CAN сообщениями на разных скоростях, разобраться с форматом CAN-кадра, начать изучение физического уровня сети CAN и

механизмов арбитража. Пользуясь руководством и примерами, поставляемыми с адаптерами, можно изучить программу для обмена сообщениями через CAN.

ISA/CAN выведен на разъемы SUB-D9. Всего на карте смонтировано два разъема SUB-D9. Линии CAN_HIGH и CAN_LOW соединены на обоих разъемах параллельно, что делает возможным подключение карты к сегменту CAN без использования отводного кабеля - непосредственно в разрыв основного кабеля.

Программа DOSMON предназначена для мониторинга шины, отправки и приема сообщений по CAN.

Основные характеристики программы DOSMON: Автоматический (при запуске) или инициированный пользователем (с помощью команды из меню) поиск интерфейсной карты. Определение номера IRQ интерфейсной карты. Возможность непосредственного задания значений следующих регистров контроллера SJA1000: Output Control, Bus Timing 0, Bus Timing 1, Acceptance Mask. Простой способ установки значений регистров Bus Timing 0 и Bus Timing 1 с помощью команд из меню «Baudrate». Постоянный мониторинг регистров контроллера. Способность принимать сообщения (возможен пропуск сообщений) без использования прерываний (polling mode).

Программа при запуске предпримет попытку найти карту в памяти PC. Если карта найдена, программа сообщает об этом, высвечивая надпись зеленого цвета «Running Mode», а так же показывает какой базовый адрес имеет карта и какое прерывание использует. Если карта найдена, но прерывание не определено, то программа будет работать с картой в режиме постоянного опроса (polling mode), пытаясь не пропустить ни одного нового сообщения. Можно инициировать поиск базового адреса и номера IRQ. Для этого нажмите F3 и в меню «Operation» выберите нужный пункт.

Элементы программы DOSMON

Главное окно *DOSMON* состоит из двух панелей, вертикально делящих экран пополам. Правая панель содержит информацию о ресурсах, используемых интерфейсной картой, о статусе контроллера, режиме работы монитора, о значениях некоторых регистров CAN-контроллера. Ресурсы - показывает базовый адрес интерфейсной карты и номер IRQ. Если соответствующее значение неизвестно, то на его месте высвечивается знак «?».

Статус - показывает значение регистра Status CAN контроллера по отдельным битам. Каждому биту отведена отдельная строка. Значения некоторых битов, которые соответствуют разного рода ошибкам, подсвечиваются красным цветом.

Режим - показывает текущий режим работы монитора. Возможны следующие режимы: «No board», «Running Mode», «Reset Mode». «No board» показывает, что интерфейсная карта не найдена. «Running Mode» означает нормальное функционирование программы. Только в этом режиме возможны отправка и прием сообщений. «Reset Mode» означает, что контроллер находится в нерабочем состоянии (soft reset). Переключение в «Reset Mode» и обратно происходит при нажатии «F4».

Регистры - показывает значение некоторых регистров контроллера.

В левой панели отображаются принятые сообщения, разделенные на поля идентификатора, RTR бита и данных.

Из меню «Operation» доступны следующие команды: **Test Base Address** - запускает алгоритм поиска базового адреса интерфейсной карты. Результаты поиска выводятся на экран в отдельном окне. **Test IRQ number** - запускает алгоритм определения номера прерывания интерфейсной карты, базовый адрес которой уже известен монитору. Результаты поиска выводятся на экран в отдельном окне. **Paranoya check** – запускает алгоритм расширенного поиска интерфейсной карты. **Transmission Test** - запускает алгоритм автоматической посылки сообщений. **Quit** - выход из программы.

Из меню «Config» доступны следующие команды: **Base Address** - позволяет задать базовый адрес интерфейсной карты «вручную». **IRQ** - позволяет задать номер IRQ интерфейсной карты «вручную». **Acceptance Mask** - позволяет задать маску, с помощью которой контроллер решает принимать или нет сообщение с данным идентификатором. Заданная маска «накладывается» контроллером на 8 значимых битов (ID10 ... ID3) идентификатора сообщения и, если результат совпадает со значением регистра **Acceptance Code**, то сообщение принимается.

Регистр **Acceptance Code** устанавливается монитором в значение 0xFF. Например, при установке **Acceptance Mask** в значение 0xFF будут приниматься все сообщения. **Output Control** - позволяет задать значение регистра **Output Control** контроллера.

Меню «Baudrate» дает возможность настраивать скорость обмена (baud rate) интерфейсной карты с шиной CAN. Следующие команды доступны: **XXX Kbaud** - устанавливает скорость обмена, равной XXX килобайтам в секунду. Эти команды устанавливают значения регистров **BTR0** и **BTR1** таким образом, что точка семплирования бита находится на расстоянии 80% от его начала. **Manual** - непосредственная установка регистров **BTR0** и **BTR1**. Для установки значений этих регистров выберите эту команду и в появившемся диалоговом окне введите через пробел значение сначала **BTR0**, а затем **BTR1**. Например:

0x83 0xfa

Посылка сообщения в сети CAN, в которой уже имеется хотя бы один CAN контроллер. **Помните, что для нормальной работы CAN необходимо иметь терминаторы на обоих концах шины.** Если интерфейсная карта полностью сконфигурирована, то можно послать сообщение или последовательность сообщений с помощью команды «Transmit» монитора. Для запуска этой команды просто нажмите клавишу «Т» (латинскую, регистр безразличен). На экран будет выведен диалог, в котором нужно набрать идентификатор сообщения, тело сообщения и необязательные пожелания по

способу выполнения данной команды. Синтаксис набираемого текста:

[repeat count] ID DATA0 DATA1 ... DATA8.

Все поля разделяются пробелами. Первые два поля (**repeat** и **count**) необязательные. **ID** - это идентификатор посылаемого сообщения. Он должен быть задан шестнадцатеричным числом. **DATA0 ... DATA8** - до восьми байт передаваемой информации. Если в начале команды указано ключевое слово **repeat**, то введенное сообщение будет послано **count** раз. Параметр **count** должен быть задан как десятичное число.

Примеры:

```
repeat 10 0x22 0x44 0x55 0x66
```

Обе команды посылают одно и то же сообщение с идентификатором 0x22 и данными: 0x44 0x55 0x66. Первая команда посылает данное сообщение 10 раз, а вторая только один раз. Для демонстрационных целей в программе dosmon предусмотрена функция автоматической отправки сообщений. Для активизации

этой функции выберите в меню «Operation» команду «Transmission Test». После того, как сделаете выбор, на экране появится окно, в котором будет отображаться содержимое автоматически посылаемых сообщений.

Программа MONITOR для Windows NT4.0 предназначена для мониторинга и приема сообщений по CAN.

Главное окно *Monitor* состоит из двух панелей, вертикально делящих окно пополам. Правая часть содержит информацию о статусе контроллера и режиме работы его работы. В строке "Device name" отображается название карты, как она присутствует в системе в качестве устройства. В левой части окна программы отображаются принятые сообщения, разделенные на номер сообщения, поле идентификатора, RTR бита и непосредственно данные.

Меню «Operation» упрощает доступ к следующим командам: "Open device" – инициализация устройства.

На экран будет выведен диалог, в котором нужно набрать идентификатор сообщения, через запятые - тело сообщения и необязательные пожелания по способу выполнения данной команды:

Radix

RTR_FLAG

DataByteCount.

Необходимо задать режимы передачи сообщений по CAN «Transmit mode»:

Loop – закичивание передачи, Counter – количество передаваемых сообщений, Delay – задержка в мсек. между сообщениями. Для того, чтобы послать сообщение, надо подключить карту к сети CAN, в которой уже имеется хотя бы один CAN контроллер.

"Close device" – отключение устройства, "Transmission test" – команда отправки сообщений.

Меню «Config»: Acceptance Code - Регистр Acceptance Code устанавливается монитором в значение 0xFF. Acceptance Mask - позволяет задать маску, с помощью которой контроллер решает принимать или нет сообщение с данным идентификатором. Заданная маска «накладывается»

контроллером на 8 наиболее значимых битов (ID10 ... ID3) идентификатора сообщения и, если результат совпадает со значением регистра Acceptance Code, то сообщение принимается. Например, при установке Acceptance Mask в значение 0xFF будут приниматься все сообщения Output Control - позволяет задать значение регистра Output Control контроллера. Для правильной работы карты необходимо провести инициализацию контроллера SJA1000 - записать значение 0x5E в регистр Output Control. Clear screen – команда очищающая левое окно принятых сообщений.

Меню «Baudrate» дает возможность настраивать скорость обмена (baud rate) интерфейсной карты CAN. Следующие команды доступны: XXX Kbaud - устанавливает скорость обмена, равной XXX килобайтам в секунду. Эти команды устанавливают значения регистров BTR0 и BTR1 таким образом, что точка семплирования бита находится на расстоянии _ 80% от его начала. **Manual** - непосредственная установка регистров BTR0 и BTR1. Для установки значений этих регистров выберите эту команду и в появившемся диалоговом окне введите через запятую значение сначала BTR0, а затем BTR1. Например:

0x83,0xfa

Примите во внимание то, что значения регистров BTR0 и BTR1 нужно вводить как шестнадцатеричные числа.

Заводские установки: 1. базовый адрес: D0000h; DIP SW1-1 OFF; DIP SW1-2 OFF; DIP SW1-3 OFF; DIP SW1-4 OFF; DIP SW1-5 ON; DIP SW1-6 OFF. 2. номер линии прерывания: IRQ 10.

Терминатор на карте - резистор в соответствии со стандартом ISO/IS 11898. Резистор установлен между контактами №2 (CAN_LOW) и №8 (Bus termination) разъема Sub D 9 - 2 и имеет сопротивление 120 Ом. Для включения терминатора необходимо соединить контакты №7 (CAN_HIGH) и №8 (Bus termination), например, с помощью специального ответного разъема с

соединенными контактами №7 (CAN_HIGH) и №8 (Bus termination).

Вступление в Международную ассоциацию CiA обеспечивает доступ к последним версиям спецификаций и стандартам, включая те, которые находятся в стадии разработки и обсуждения.

В процессе изучения микроконтроллеров (Data Sheets), руководств по их применению (User Guides) и замечаний по применению (Application Notes) особое внимание следует уделить примерам по программированию. Примеры по программированию, работа с CAN - can.marathon.ru.

Производители карт для CAN: «Элкус» Санкт-Петербург (www.elcus.ru) и «Марафон» Москва (can.marathon.ru). Карты форматов: ISA-8, ISA-16, microPC (ISA-8), PC-104 (ISA-16), PCI и VME.

3. Порядок выполнения работы

Получить задание у преподавателя.

Задание представляет собой таблицу, в которой перечислен набор изучаемых элементов ряда шлюзов - ISA/CAN(отмечены выше).

Выполнить поиск по таблице и составить типовые схемы, выявленных решений через Интернет.

Поиск шлюзов выполняется через Интернет (в виде отдельных микросхем: Intel, Infineon, Microchip, Philips и выделяются шлюзы, интегрированные на одном кристалле с микроконтроллерами различной архитектуры (Fujitsu, Hitachi, Motorola, NEC, Infineon, Philips и др.). Отдельное место занимают реализации шлюзов в виде логических моделей для реализации в составе микросхем программируемой логики типа FPGA или ASIC.

Список шлюзов - www.can-cia.ru. Исключая CAN-Aerospace, можно отметить протоколы: DeviceNet и CANopen - <http://www.xilinx.com/products/logiccore/alliance/sican/canbus.pdf>.

Программное обеспечение стандартного прикладного уровня CAN представляет собой исходный код протокола, разработанный на основе и в точном соответствии со спецификацией. Код создается для определенной платформы процессора в контроллере и определенного компилятора. Общепринятым языком реализации протоколов является язык C. Для работы с протоколом прикладного уровня применяются конфигурационные средства и средства контроля работы сети.

«Текон» (www.tecon.ru) разработала стек протокола CANopen для внутреннего применения. «Марафон» (can.marathon.ru) разработала стек протокола DeviceNet и ведет работы над созданием портируемого исходного кода протоколов DeviceNet и CANopen при финансовой поддержке Государственного фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (<http://www.fasie.ru>).

Составить *схемы элементов: интерфейсов, протоколов и технологий для шлюзов - ISA/CAN*, используя, например, информационные технологии.

4. Содержание отчета

Отчет должен содержать: *Таблицу заданных элементов CANT; составленную схему поиска и выявленных элементов CANT через Интернет; составленные по заданиям из таблицы схемы ключевых элементов: интерфейсов, протоколов и технологий для CANT.*

Лабораторная работа 8

Изучение выделенного доступа в Интернет

1. Цель работы

Цель работы: изучение выделенного доступа в Интернет на базе маршрутизатора DIR-300 и кабельного модема Arris CM450BB.

2. Основные теоретические положения

В работе изучаются возможности построения выделенного доступа в Интернет по сетям кабельного телевидения. Передача данных осуществляется с использованием кабельного модема, который работает по протоколу EURODOCSIS.

Подключение к сети Интернет выполняется с помощью обычного телевизионного кабеля через кабельный модем, а к компьютеру клиента через USB-порт или сетевую карту (через Uplink интерфейс Беспроводного маршрутизатора). Выбран провайдер «Твое ТВ». **Кабельный модем Arris CM450BB.**

Работает в сетях с Euro-DOCSIS 1.0, Euro-DOCSIS 1.1, Euro-DOCSIS 2.0. Интерфейсы данных 10/100 Base-T Ethernet (RJ-45 connector), USB 1.1 Series B-connector.

Поддерживаемые стандарты

Euro-DOCSIS 2.0 сертифицирован UL 60950 CE. Euro-DOCSIS 1.1 сертифицирован FCC Part 15 Class B WHQL. Кабельный модем предлагался как приложение при подключении.

Беспроводной 2,4 ГГц (802.11g) 4-х портовый маршрутизатор D-Link DIR-300 позволяет создать беспроводную сеть для дома через выделенную линию или широкополосный модем.

DIR-300 имеет встроенный межсетевой экран для и предотвращает нежелательные вторжения в сеть. Функции безопасности - фильтр MAC-адресов, предотвращают неавторизованный доступ к сети. Функция «родительского контроля» позволяет запретить пользователям просмотр нежелательного контента. DIR-300 поддерживает стандарты шифрования WEP и WPA.

Подключение и настройка кабельного модема Arris CM450BB Приходящий обесточенный коаксиальный кабель должен обжиматься BNC- коннектором (male).

Подключаем к BNC T-коннектору (female) кабельного модема.

Мастер от провайдера производит необходимую коммутацию кабеля в щитке здания и сообщает MAC кабельного модема администраторам провайдера «Твое TV».

Соединяем кабельный модем через патч-корд 0.5 метра с Uplink DLink DIR-300 (помечено как «Интернет»).

В системе занят порт для внешних входящих подключений «Internet». Поэтому настраиваем коммутатор, что бы он «увидел» «Internet» через Web интерфейс с компьютера, подключенного через 1 из портов, встроенных в коммутатор. Соединяем 2.5 метровым патч-кордом ПК и DIR-300 - является по умолчанию DHCP сервером, поэтому для корректной работы сети через ПК необходимо произвести настройку LAN:

Панель Управления -> Сетевые подключения -> Подключение по LAN (правая кнопка мыши) -> Свойства.

Выбираем Протокол Интернета (TCP/IP) -> Свойства.

Устанавливаем переключатели в положение «Получить IP-адрес автоматически» и «Получить адрес DNS-сервера автоматически». Остальные настройки можно оставить по умолчанию. Теперь в состоянии сетевого подключения можно увидеть IP адрес, который был присвоен ПК (192.168.0.***).

Заходим через любой обозреватель (например IE или Firefox) по адресу 192.***.*.* (Адрес DHCP сервера, он же коммутатор).

Вводим Логин и Пароль администратора (по умолчанию пароля нет). Первым делом в разделе MAINTENANCE необходимо сменить Пароль администратора (можно и Логин) на уникальный, это обезопасит от взлома после настройки Wi-Fi соединения. Можно повысить уровень безопасности, если разрешить удаленное управление маршрутизатором с определенного IP (например, с ПК или определенного ноутбука) и сделать нестандартным порт соединения, т.е. стандартный 8080 заменить на 40963. В таком случае доступ через Web интерфейс будет возможен только с указанного IP и по нестандартному порту. Указать порт для подключения в браузере можно следующим образом. Пример: 192.***.*.*:40963 (через разделитель «:»)

Безопасность остается под угрозой (могут присвоить указанный для подключения IP другому компьютеру, подключенному по Wi-Fi, поэтому надо будет привязать IP адрес к MAC адресу ПК через переход в раздел LAN Setup. В разделе DHCP Reservation можно зарезервировать определенные IP адреса за физическими MAC адресами сетевых адаптеров устройств.

Для повышения безопасности можно сменить стандартный IP адрес коммутатора и маску подсети, а также отключить DHCP и использовать в домашней сети ручной ввод адресов. Для простоты лучше DHCP.

Переходим к настройкам интернета Internet Setup -> Manual Internet Connection Setup через ручную настройку (работу мастера я рассматривать не будем).

В настройке интернета применяются данные, полученные от провайдера.

Тип соединения (Internet Connection Type), возможные варианты:

Static IP, Dynamic IP (DHCP), PPPoE (Username / Password), PPTP (Username Password), L2TP (Username / Password), BigPond (Australia), Russia PPTP (Dual Acces), Russia PPPoE (Dual Acces).

В зависимости от выбранного варианта будут доступны или недоступны различные опции. Выбираем - Dynamic IP (DHCP), то есть IP выдается провайдерам автоматически, а привязка доступа идет по MAC адресу модема. Нажимаем Clone MAC Address и автоматически подставляем разрешенный MAC модема. Далее применяем настройки и коммутатор автоматически перезагружается. О том, что Интернет настроен корректно свидетельствует цветное изображение планеты и надпись.

Исходя из того, что не отключался NAT в LAN Setup, можно проверять работу Интернета на ПК (подключен через интерфейс Ethernet). Если все работает, можно переходить к настройке беспроводной сети:

Wireless Setup -> Manual Wireless Connection Setup.

Разрешаем использование - Enable Wireless.

Называем сеть (Wireless Network Name): «Internet +*****», то есть в названии сети можно указать мобильный номер.

Кроме того, имеются две дополнительные опции: Enable Auto Channel select и Wireless channel. Данные опции абсолютно независимы друг от друга, поэтому возможно одновременное задание следующих установок: 802.11g и Wireless channel 3. Задание 802.11g автоматически задаёт номер канала (channel 6). Поэтому отключаем Enable Auto Channel select и выставляем в ручную Wireless channel 6 (ноутбуки и КПК поддерживают стандарт 802.11g).

Transmission Rate - Best (automatic) или выбрать 54 (Mbit/s). WMM Enable - поддерживает режим WMM (Wi-Fi MultiMedia) для минимальных задержек и гарантированной полосы пропускания при передаче аудио- и видеоконтента. Другими словами, пользователь беспроводной сети получает качественную работу таких приложений, как онлайн-игры, IP-телефония и IP-телевидение, одновременно с передачей данных. Включаем.

Enable Hidden Wireless – скрывает сеть от поиска (подключиться можно будет, только зная название и параметры беспроводной сети). Теперь необходимо настроить защиту сети от посторонних. Выбираем наиболее надежный режим WPA2 и указываем Network Key сети (который будет использоваться для подключения устройств). Настройка Wi-Fi завершена. Можно перезагружать коммутатор (роутер) и проверять Интернет на ноутбуках и КПК. Работает (необходимо указать автоматическое получение IP адреса, как и в случае с ПК).

Дополнительные возможности DIR-300

Меню Time and Date

У устройства есть возможность настройки автоматической синхронизации Времени с NTP сервером (время на маршрутизаторе потребуется для настройки Родительского контроля).

Родительский контроль (Parental Control)

При необходимости в DIR-300 можно включить функцию родительского контроля, позволяющую создавать до 25 правил.

Можно запретить вообще или разрешить в определенные дни или время доступ к сайтам или сегментам сети.

Настройка (ADVANCED Port Forwarding)

Port forwarding перенаправляет весь трафик с указанного порта маршрутизатора на указанный порт компьютера во внутренней LAN.

Функция полезная. Допустим есть внешний IP адрес, который привязан непосредственно к DIR-300, а ПК является сегментом внутренней сети. В то же время необходимо обеспечить возможность удаленного подключения к ПК через Интернет (с работы). Для удаленного Рабочего стола используется Порт 3389. При получении запроса на порт 3389 весь трафик будет автоматически переброшен на порт 3389 ПК внутри сети. Те же самые правила сделаем для P2P клиента utorrent и Web сайта (для порта 80).

Application Rule

Правила для приложений – такие же, что и Port Forwarding.

Access Control (MAC FILTERING)

Опция фильтрации MAC (Media Access Controller) адресов позволяет контролировать доступ в сеть по MAC адресу NIC. С помощью этого фильтра можно Разрешить \ Запретить доступ в LAN \ Интернет.

FIREWALL & DMZ SETTINGS

Настройки аппаратного файрвола (сетового экрана).

Advanced Wireless settings:

Продвинутые настройки Беспроводной сети.

Advanced Network Settings:

Продвинутые настройки Ethernet

Static Routing

Маршрутизация (Routing) — процесс определения маршрута следования информации в сетях связи. В русском языке - «роутинг». Правильное произношение - «рутинг». В США - «раутинг», соответственно, маршрутизатор -«раутер».

Маршруты могут задаваться административно (статические маршруты), либо вычисляться с помощью алгоритмов маршрутизации, базируясь на информации о

топологии и состоянии сети, полученной с помощью протоколов маршрутизации (динамические маршруты).

Статические маршруты могут быть:

- * маршруты, не изменяющиеся во времени;
- * маршруты, изменяющиеся по расписанию;
- * маршруты, изменяющиеся по ситуации — административно в момент возникновения стандартной ситуации.

Маршрутизаторы осуществляют и коммутацию каналов/сообщений/пакетов/ячеек, так же, как и коммутатор компьютерной сети выполняет маршрутизацию (определение на какой порт отправить пакет на основании таблицы MAC адресов), а называется в честь основной его функции — коммутации.

Аппаратная маршрутизация

Выделяют два типа аппаратной маршрутизации: со статическими шаблонами потоков и с динамически адаптируемыми таблицами.

Статические шаблоны потоков подразумевают разделение всех входящих в маршрутизатор IP-пакетов на виртуальные потоки; каждый поток характеризуется набором признаков для пакета: IP-адресами Отправителя/Получателя, TCP/UDP-порт Отправителя/Получателя (в случае поддержки маршрутизации на основании информации 4 уровня), Порт, через который пришёл пакет. Оптимизация маршрутизации при этом строится на идее, что все Пакеты с одинаковыми признаками должны обрабатываться одинаково (по одинаковым Правилам), при этом Правила проверяются только для первого Пакета в Потоке (при появлении Пакета с набором Признаков, не укладывающимся в существующие Потоки, создаётся новый Поток), по результатам анализа этого Пакета формируется статический Шаблон, который и используется для определения Правил коммутации приходящих Пакетов (внутри Потока). Обычно время хранения неиспользуемого Шаблона ограничено (для освобождения ресурсов маршрутизатора). Недостатком схемы является инерционность по отношению к изменению таблицы маршрутизации (в случае существующего Потока изменение Правил маршрутизации пакетов не будет "замечено" до момента удаления Шаблона).

Динамически адаптированные Таблицы используют Правила маршрутизации "напрямую", используя Маску и Номер сети из Таблицы маршрутизации для проверки Пакета и определения Порта, на который нужно передать Пакет. При этом изменения в Таблице маршрутизации (в результате работы, например, Протоколов маршрутизации/резервирования) сразу же влияют на обработку всех новопришедших Пакетов. Динамически адаптированные таблицы так же позволяют реализовывать аппаратную проверку Списков доступа.

Замена оборудования на аналогичное от Cisco: кабельный модем, Cisco uBR924, Cisco Aironet AIR-AP1131AG-E-K9. Cisco uBR924 - соединяет в себе кабельный модем, маршрутизатор (router) и концентратор (hub). Cisco Aironet AIR-AP1131AG-E-K9 поддерживает стандарты IEEE 802.11 a/b/g. Точка доступа имеет два радиомодуля стандарта 802.11a и 802.11g. Благодаря этому обеспечивается одновременная поддержка клиентских устройств обоих стандартов (108 Мбит/с - суммарная скорость на обоих радиointерфейсах). Реализовано аппаратное шифрование EAS. Cisco Aironet 1131AG полностью совместимо со стандартом безопасности 802.11i и WPA, что обеспечивает безопасную работу с клиентскими устройствами сторонних

производителей. Следует отметить наличие двух встроенных антенн для каждого радиомодуля (антенная избыточность) и специально разработанный дизайн, который не будет бросаться в глаза и органично впишется в интерьер любого офиса. *Cisco SWAN Framework* обеспечивает безопасность, масштабируемость, надежность, простоту в установке и управляемость на уровне, доступном в проводных сетях. Радиомодули двух стандартов 802.11a и 802.11g - пропускная до 108 Мбит/с (при работе с одним устройством). Реализована полная поддержка устройств стандарта 802.11b. Поддержка 15-ти неперекрывающихся каналов. Настройка зоны покрытия точки доступа для каждого конкретного случая установки. Низкое значение выходной мощности (-1 дБм), необходимое при большой плотности точек доступа. Поддержка механизма шифрования AES - высокий уровень безопасности без влияния на производительность устройства. Простота установки на стены и потолки. Наличие padlock для защиты от воров. Поддержка пинания по Ethernet-кабелю (IEEE 802.3af и Cisco Inline Power) - упрощение процесса установки при подаче питания по Ethernet-кабелю. Совместимость с источниками питания стандарта 802.3af.

3. Порядок выполнения работы

Получить задание у преподавателя.

Задание представляет собой таблицу, в которой перечислен набор изучаемых элементов маршрутизатора DIR-300 и кабельного модема Arris CM450BB (отмечены выше).

Выполнить поиск по таблице и составить типовые схемы, выявленных решений через Интернет.

Составить схемы элементов: интерфейсов, протоколов и технологий для маршрутизатора DIR-300 и кабельного модема Arris CM450BB, используя, например, информационные технологии Microsoft.

4. Содержание отчета

Отчет должен содержать: таблицу заданных элементов маршрутизатора DIR-300 и кабельного модема Arris CM450BB; составленную схему поиска и выявленных элементов маршрутизатора DIR-300 и кабельного модема Arris CM450BB через Интернет; составленные по заданиям из таблицы схемы ключевых элементов: интерфейсов, протоколов и технологий для маршрутизатора DIR-300 и кабельного модема Arris CM450BB.

Лабораторная работа 9

Изучение элементов построения промсети

1. Цель работы

Изучение Actuators/Sensors interface (ASi) для построения промсети с использованием одного двухжильного кабеля, с помощью которого обеспечивается как

питание всех сетевых устройств, так и опрос датчиков и выдача команд на исполнительные механизмы.

2. Основные теоретические положения

Протокол AS-интерфейса состоит из запроса ведущего устройства, паузы ведущего устройства, ответа ведомого устройства и, соответственно, паузы ведомого устройства. Все запросы ведущего устройства имеют длину 14 бит, все ответы ведомого устройства занимают 7 бит. При этом период времени передачи одного бита составляет 6 мкс. Пауза ведущего устройства может занимать по времени от 3 до 10 тактов передачи бита. Если ведомое устройство было синхронизировано, то есть приняло сообщение ведущего устройства и ответило, то это позволяет начать передачу ответа ведомого устройства через 3 такта. Если ведомое устройство было синхронизировано, например, это первый запрос в адрес данного ведомого устройства или запрос после воздействия помехи, то требуется на два такта больше, чем это было необходимо в первом случае. Если ведущее устройство после 10 тактов не приняло стартовый бит ответа ведомого устройства, можно сделать заключение, что ответ не проходит, и ведущее устройство может послать следующий запрос, например, ведомому устройству с более высоким адресом. Все другие кодовые комбинации в настоящий момент недопустимы. Запрос и запись данных осуществляется с помощью команды «Data Exchange». Этот запрос ведущего устройства используется, чтобы передать последовательность битов на выходы данных запрашиваемого ведомого устройства и затем прочитать ответ ведомого устройства, содержащий биты логического состояния входов данных ведомого устройства. Направление порта данных ведомого устройства (вход, выход, двунаправленный порт) задается при установке конфигурации ввода-вывода. Команда «Записать параметр» («Write Parameter»). Эта команда ведущего устройства устанавливает выходы параметров ведомого устройства. Команда «Присвоение адреса» («Address Assignment»). Данная команда позволяет ведущему устройству устанавливать новое значение адреса ведомого устройства. Команда «Сброс ведомого устройства» («Reset Slave»). С помощью этой команды ведомое устройство устанавливается в исходное состояние (аналогично сбросу при включении питания). Ведомое устройство квитирует (подтверждает) безошибочный прием этой команды ответом 6Н. Процесс сброса должен длиться максимум 2 мс. Команда «Удалить адрес» («Delete Address»). Эта команда служит для предварительного зануления рабочего адреса ведомого устройства и требуется в связке с командой «Присвоение адреса», потому что команда «Присвоение адреса» («Address Assignment») может быть выполнена только для ведомого устройства с адресом 00Н. Например, если ведомое устройство с установленным адресом 15Н перепрограммируется на новый адрес 09Н, эту процедуру можно выполнить только с помощью последовательности команд «Delete Address (15Н)» и «Address Assignment (09Н)». В этом случае ведомое устройство подтверждает безошибочный прием первой команды ответом 6Н, после чего оно становится доступным под адресом 00Н; только после этого с помощью второй команды можно записать новый адрес 09 Н. Ранее записанный старый адрес можно восстановить с помощью команды «Reset Slave». Команда «Считать конфигурацию ввода-вывода» («Read I/O Configuration»). Ведущее устройство может с помощью этой команды считать установленную конфигурацию каналов ввода-вывода ведомого устройства. Код

конфигурации передается в ответе ведомого устройства на данную команду и служит совместно с ответом на команду «Read ID-Code» для однозначной идентификации ведомого устройства. Команда «Считать идентификационный код» («Read ID-Code»; в версии 2.1 для 62 ведомых устройств используются дополнительно два кода: ID1-Code, im-Code). С помощью данной команды считывается ID-код ведомого устройства. Четырехбитовый ID-код программируется один раз при изготовлении ведомого устройства и не может в последующем изменяться. Он служит для обозначения принадлежности ведомого устройства определенному установленному профилю (Profile)-совокупности принятых для данного типа устройств формализованных описаний. Все ведомые устройства, параметры и данные которых не соответствуют какому-либо профилю, должны иметь идентификационный код FH. Команда «Считать статус» («Read Status»). Считывается регистр состояния соответствующего ведомого устройства.

В связи со специальными требованиями к линии передачи информации (одновременная передача информации и электропитания для датчиков и исполнительных механизмов, использование неэкранированного кабеля и минимизация полосы частот) потребовалось разработать новый метод модуляции для AS-интерфейса. Этот метод модуляции для последовательной передачи данных получил название Alternating Puls Modulation (APM). Последовательность передаваемых битов сначала перекодируется в такую последовательность, в которой каждое изменение передаваемого сигнала приводит к фазовой инверсии (кодирование Манчестера). При этом происходит формирование тока передачи, который в линии AS-интерфейса благодаря имеющейся распределенной индуктивности создает дифференциальные уровни напряжения. Каждое увеличение тока передачи ведет к появлению отрицательного, а понижение — положительного импульса напряжения. На приёмной стороне AS-интерфейса эти сигналы напряжений детектируются и преобразуются в последовательность битов, соответствующую исходной.

В основе безопасности передачи данных по неэкранированным и неперевитым проводам в AS-интерфейсе - обмен очень короткими кадрами: запрос ведущего устройства содержит 11 информационных битов, а ответ ведомого устройства - 4 бита.

Для контроля целостности данных используется контрольная сумма (CRC). Достаточная избыточность кода и знание фиксированных длин кадров позволяют распознавать: ошибки стартового или конечного бита, бита паритета, кода Манчестера, а также выход за пределы времени передачи (timeout) и задержки времени паузы; задержку модуляции; нарушение длины кадров. С помощью всех названных механизмов для AS-интерфейса достигается высокий показатель Хэмминга $HDeff = 5$, который характеризует устойчивость кода к помехам и оценивается по формуле $HD = e+1$ (e - число достоверно обнаруживаемых ошибок).

Техника монтажа на базе профилированного двухжильного кабеля и технологии его прокалывания не только обеспечивает непрерывность физического уровня сети, но и позволяет создать унифицированные электромеханические устройства для подключения датчиков и исполнительных механизмов. Это открывает путь для существенного снижения затрат на установку и монтаж сети. Желтый плоский кабель стал своего рода рыночным знаком AS-интерфейса. Он имеет строго определенную геометрическую форму сечения в виде трапеции с выступом, который обеспечивает однозначное положение кабеля в соединительных модулях и, как следствие, исключает возможность переплюсовки двухпроводной линии.

Поперечное сечение кабеля в форме трапеции облегчает прижим и создает уплотнение в местах ввода кабеля в модули, переходные устройства, соединители (обеспечена герметичность, соответствующая степени защиты IP67). Площадь поперечного сечения каждого проводника равная 1,5 кв. мм, установлена стандартом. При таком сечении гарантируется питающий ток 2 А. Таким образом, при длине кабеля 100 м в случае подключения 31 ведомого устройства на равных расстояниях друг от друга при условии потребления каждым устройством не более 65 мА общее падение напряжения не превышает 3 В, что соответствует допустимому отклонению питающего напряжения.

Для исполнительных механизмов требуется дополнительное питание, например постоянное напряжение 24 В и применяется аналогичный профилированный кабель черного цвета, который также использует технологию прокалывания. Для напряжений более 30 В, в частности, для 230 В переменного тока, используется кабель с оболочкой красного цвета. Как альтернатива плоскому кабелю допускается применение круглого кабеля типа H05W-F2x1,5. Для подключения такого кабеля используются клеммы, а в качестве уплотнительных устройств - герметичные PG - соединители.

В AS-интерфейсе применяют технологию прокалывания и различают два типа этих модулей: «нижний» монтажный модуль (в технических описаниях некоторых фирм, в частности Siemens, такое устройство для компактных модулей называется монтажной платой или палеттой, встречается и другое название - модуль связи) - устройство, служащее для построения кабельной структуры системы AS-интерфейса и фиксации плоского кабеля в пазах специального профиля; «верхний» пользовательский модуль — прибор (ведомое устройство), содержащий электронику AS-интерфейса и разъемы M12 для подключения датчиков и исполнительных устройств. Понятия «нижние» и «верхние» модули укоренились вследствие конструктивной особенности их применения, предполагающей соединение модулей обоих типов и образование единого модуля для подключения устройств к AS-интерфейсу. Чтобы гарантировать высокий уровень совместимости различных типов фирменных изделий для AS-интерфейса, организацией AS-International были стандартизованы габаритные и присоединительные размеры, крепление и электрические связи между монтажными и пользовательскими модулями на основе электромонтажной системы EMS или её расширенной версии EEMS, предусматривающей подключение вспомогательного электропитания.

Существуют ряд монтажных модулей: для подключения круглого кабеля через герметичные соединители PG11; внутри таких модулей имеются винтовые зажимы для жил кабелей; для соединений с двумя плоскими желтыми кабелями, которые, в свою очередь, уже внутри модуля могут быть скоммутированы для образования различных сетевых разветвителей; кабели могут включаться параллельно или использоваться раздельно; для соединений с двумя плоскими кабелями, один из которых — основной желтый, а второй - чёрный, для подключения вспомогательного электропитания. Пользовательские «верхние» модули выпускаются многими компаниями и в очень большом ассортименте. Наряду с простыми крышками, выполняющими роль заглушек для монтажных модулей и использующимися для получения крестообразных и T-образных разветвителей, существуют разделительные пассивные модули, которые служат для перехода шины AS-интерфейса на разъемы M12. Эти пассивные модули предназначены для подключения интеллектуальных датчиков и исполнительных устройств, в состав которых уже входит ведомое устройство в виде микросхемы. Не менее велик выбор и активных пользовательских модулей. В отличие от пассивных

модулей они используют встроенную электронику AS-интерфейса, к которой подключаются обычные датчики и исполнительные механизмы. Пользовательские модули со стороны нижней поверхности имеют средства электромонтажной системы EMS или EEMS, необходимые для обеспечения механического соединения и электрической связи с монтажным модулем, а другая сторона пользовательских модулей (верхняя поверхность) служит либо для установки герметичных соединителей для подключения датчиков и исполнительных устройств, либо как лицевая панель прибора с AS-интерфейсом. При установке соединителей возможно образование большого числа разных комбинаций: 1 вход, 4 входа, 4 выхода, 2 входа/2 выхода и другие. На лицевую панель устанавливаются светодиоды для индикации неисправности или диагностики. При использовании модуля EEMS с вспомогательной шиной питания предусмотрен вывод дополнительного питания на гнезда герметичного разъема M12. В случае использования модуля EMS существует возможность подачи дополнительного электропитания через штекер M12, установленный на торцевой стороне модуля.

Электромеханический интерфейс, использующий средства электромонтажной системы, является универсальным компонентом, и его применение не ограничивается только модулями; он используется и в таких изделиях, как кнопки с подсветкой, пневматические вентили и контроллеры, в которых необходимо реализовать соединение с монтажным модулем со степенью защиты IP65.1. Аппаратные средства AS-интерфейса могут быть размещены не только непосредственно на технологическом оборудовании, но и в более комфортных условиях электротехнического шкафа. В таком случае возможна абсолютно иная концепция построения модулей. Для установки в шкафу предлагаются модули со степенью защиты IP20 и с техникой подключения, использующей пайку, клеммы и штекерные разъемы. Для жестких условий эксплуатации ряд фирм предлагает альтернативные решения в виде так называемых компактных модулей со степенью защиты IP67 и разнообразной техникой подключения (M8, M12, клеммы и т.п.). AS-интерфейс представляет из себя сеть, которая включает необходимый набор устройств и приборов, функции по обеспечению работоспособности, наладки и сервиса всей сети в целом.

Через интегральную микросхему ведомого устройства датчики и исполнительные устройства подключаются к сети AS-интерфейса. Специализированная микросхема (ASIC) обеспечивает датчик или исполнительное устройство электропитанием от сети, распознает переданную от ведущего устройства информацию и посылает в ответ собственные данные. В каждом цикле передаются 4 бита данных от ведущего устройства последовательно к каждому ведомому и обратно. Необходимые для этого порты данных каждой микросхемы можно конфигурировать отдельно как входные, выходные или двунаправленные порты. Конфигурация портов ведомых устройств устанавливается в соответствии с так называемой конфигурацией ввода-вывода. По команде «Write Parameter» ведомое устройство получает от ведущего 4 бита данных, соответствующих значению параметра. С их помощью можно управлять особыми функциями ведомого устройства. Установка кодов параметров производится ациклично, причем в одном цикле AS-интерфейса она может быть выполнена только для одного ведомого устройства. Возможны два способа использования таких микросхем: чип ведомого устройства AS-интерфейса может быть встроен прямо в датчик или исполнительное устройство, в результате чего получается устройство с интегрированным AS-интерфейсом; чип ведомого устройства AS-интерфейса может быть встроен в модуль

таким образом, что к модулю можно подключать обыкновенный датчик или исполнительное устройство, которые характеризуются как устройства с внешним AS-интерфейсом. Основным производителем чипов для AS-интерфейса является компания AMS (Austria Microsystems), выпускающая микросхемы AS13+ и SAP4. С конца 1999 г. корпорация AMI (American Microsystems Inc.) предлагает новую микросхему ведомого устройства с расширенными функциональными возможностями (встроенные функции диагностики, возможность адресации к 62 ведомым устройствам, сторожевой таймер, EEPROM, инфракрасный интерфейс для конфигурирования); конфигурирование позволяет использовать данный чип в качестве ASIC ведомого устройства, повторителя или аналогового чипа ведущего устройства. Одним из основополагающих принципов AS-интерфейса является одновременное использование линии передачи информации для подвода электропитания. Источник питания имеет выходное напряжение 29,5...31,6 В постоянного тока и выполнен в соответствии с международными стандартами безопасности IEC для цепей сверхнизкого напряжения (система изоляции PELV — protective extralow voltage). Рабочий ток источника от 0 до 2,2 А или до 8 А. Источник должен быть оснащен защитами от длительного короткого замыкания и перегрузок. Схема связи с линией передачи данных, выполненная по рациональному способу в одном корпусе с источником питания, состоит из двух индуктивностей, каждая по 50 мкГн, и двух параллельно включенных сопротивлений по 39 Ом. RL-цепочки служат для того, чтобы токовые импульсы, которые производит передатчик AS-интерфейса, посредством дифференцирования были преобразованы в импульсы напряжения. AS-интерфейс представляет собой симметричную незаземленную систему. Для оптимизации защиты от помех, возникающих вследствие перекрёстных наводок, необходимо по возможности соблюдать симметричное построение двухпроводной линии AS-интерфейса. Для решения этой задачи служат обе емкости СЕ. Только в указанной точке GDN между этими ёмкостями допускается подключение приборной «земли».

Источники питания для AS-интерфейса выпускаются в различных исполнениях.

Как правило, это стандартные устройства с номиналами выходного тока 2,2 А или до 8 А и выходного напряжения 29,5...31,6 В. Выпускаются и двойные приборы, первый выход которых соответствует источнику питания для AS-интерфейса, а второй выход обеспечивает, например, вспомогательное питание 24 В постоянного тока. Входное напряжение источников составляет 24 В постоянного тока или 110/230 В переменного тока, степень защиты - IP20 или IP6'. Максимальная длина сегмента в сет: AS-интерфейса составляет 100 м. Она определяется физическими свойствами линии, параметрами сигналов и общей топологией сети. Как и в других промышленных сетях, для удлинения линии связи могут использоваться повторители (repeater). Применение повторителя позволяет увеличивать протяженность линий связи сегмента AS-интерфейса со 10(до 300 м. Это связано с тем, что из-за временных ограничений процесса передачи данных в систему может был включено не более двух повторителей. Каждый повторитель состоит из двух схем регенерирования сигналов (приемник и передатчик, разделенные оптопарой) и схемы управляющей логики. Расположенные на обеих сторонах линии детекторы выдают сигналы в схему управляющей логики, которая распознает три допустимые ситуации: « состояние покоя (Idle state) - оба передатчика неактивны; левая схема передает поток данных направо (/); правая схема детектора передает поток данных налево (г). Существующие технические средства позволяют распознать состояние покоя в течение половины времени, необходимого для передачи одного бита. В результате

получается соответствующая задержка в канале, независимо от направления передачи. Так как распознавание стартового бита производится также в течение половины времени передачи одного бита, повторитель AS-интерфейса в каждом направлении задерживает сигнал на время передачи одного бита (6 мкс). Из-за того, что объединённые повторителем участки сети гальванически развязаны, с обеих сторон повторителя должны подключаться источники питания интерфейса.

3. Порядок выполнения работы

Получить задание у преподавателя.

Задание представляет собой таблицу, в которой перечислен набор изучаемых элементов ASi (отмечены выше).

Выполнить поиск по таблице и составить типовые схемы, выявленных решений через Интернет.

Составить схемы элементов: интерфейсов, протоколов и технологий для ASi, используя, например, информационные технологии Microsoft.

4. Содержание отчета

Отчет должен содержать: Таблицу заданных элементов ASi; составленную схему поиска и выявленных элементов ASi через Интернет; составленные по заданиям из таблицы схемы ключевых элементов: интерфейсов, протоколов и технологий для ASi.

Лабораторная работа 10

Изучение элементов маршрутизатора

1. **Цель работы:** Изучение и освоение элементов маршрутизаторов Cisco: 2511 и 1601 для подключения LAN к Internet.

2. Основные теоретические положения

Cisco 1601 имеет один Ethernet-порт, один встроенный WAN-порт и один слот для WAN-порта. Слот для интерфейсного модуля позволяет изменить тип или добавить ещё один порт в маршрутизаторе для модернизации сети.

Последовательный порт может работать в следующих режимах: асинхронный (скорость - до 115.2 Кб/с по коммутируемой телефонной линии и протоколы PPP, SLIP); синхронный (скорость - до 2.048 Мб/с по выделенной линии и протоколы Frame Relay, SMDS, X.25, HDLC, LAPB, PPP).

Маршрутизатор Cisco 2509 оснащен рядом интерфейсов: Ethernet; последовательные: синхронный и асинхронный. Cisco 2500 оснащен

Flash-памятью (технология EPROM использована для хранения программных образов и обеспечивает их легкую модернизацию).

Маршрутизаторы могут работать с разными программными модулями (feature set) из операционной системы Cisco IOS. Программные модули реализуют широкий ряд - от IP и мостовых соединений до полного набора решений Cisco.

Все модели, за исключением комбинированных с концентратором, имеют AUI разъём Ethernet-портов. Синхронные порты имеют универсальный DB-60 разъём, а тип порта определяется подключаемым кабелем (V.35, RS-232, и т.д.).

Асинхронные порты на серверах доступа собраны по 8 портов в 68 контактные разъёмы. На корпусе также имеется терминальный порт с разъёмом RJ-45, а также порт AUX, который можно использовать либо для удалённого управления маршрутизатором, либо как асинхронный порт для резервной линии связи.

Пример изучения маршрутизатора Cisco

PC с TELEMATE подключается к консольному порту (или применяем вспомогательный порт уже сконфигурированной Cisco и “обратный” кабель) и необходимые сетевые интерфейсы (Ethernet, модемы). Включаем питание и начинаем конфигурирование.

При первом включении IOS Cisco ориентирована на доступ к удаленной конфигурации (можно подождать несколько минут, чтобы IOS определила, что глобальная сеть отключена). Затем IOS предлагает выполнить команду setup - задает несколько вопросов и переходит к самостоятельному конфигурированию. После этого можно зайти и исправить способ конфигурации. Команду setup запускаем с командной строки в привилегированном режиме:

```
Router#setup.
```

Конфигурирование осуществляется следующими способами:

1. Командный интерфейс:

```
telnet Router - имя Cisco,
```

```
имя - Cisco>;
```

```
с терминала: conf term
```

```
NVRAM: conf memory
```

```
из сети: conf network.
```

2. Через WWW (начиная с версии 11.0(6), 11.1(5) - не все возможности, в версии 12.0 - все возможности): ip http server

3. ClickStart (конфигурирование Cisco 1003, 1004 и 1005).

Элементы командного языка

1. help - в любой момент можно ввести "?" - “киска” в ответ выдаст список команд или операндов.

2. Любое ключевое слово или имя можно сокращать до минимально возможного.

3. Если терминал (PC) настроен, то можно редактировать командную строку как в emacs или bash (как в UNIX).

4. Почти каждую команду можно предварять словом no, если собираетесь отказаться от команды.

Уровни привилегий: предусмотрено 16 уровней привилегий - от 0 до 15. Если не производить дополнительной настройки, то уровень 0 - это уровень пользователя:

доступны только "безопасные" команды. Уровень 15 - это уровень супервизора: доступны все команды. Переходим с уровня на уровень: `enable` [номер уровня].

Любую команду можно перевести на уровень, отличный от стандартного; любому пользователю можно назначить определенный уровень, устанавливаемый при входе этого пользователя; таким образом права пользователей можно тонко настраивать (только `help`-ом при этом тяжело пользоваться).

Режимы командного языка: 1. Режим пользователя. 2. Привилегированный режим:
1. Верхний уровень. 2. Режим глобальной конфигурации:

1. Верхний уровень конфигурирования;
2. Конфигурирование интерфейса.

Конфигурирование интерфейса

Конфигурирование подинтерфейса (`serial` в режиме `Frame Relay`).
Конфигурирование контроллера (T1). Конфигурирование хаба (`cisco 2500 - ethernet`).
Конфигурирование списка карт (`ATM` и `FrameRelay`).
Конфигурирование класса карт (`Quality of Service over Switched Virtual Circuit - ATM, FrameRelay` или `dialer`).
Конфигурирование линий. Конфигурирование маршрутизатора (`bgp, egp, igmp, eigrp, is-is, iso-igmp, mobile, OSPF, RIP, static`).
Конфигурирование IPX-маршрутизатора. Конфигурирование карт маршрутизатора. Конфигурирование ключевых цепочек с его подрежимами (`RIP authentication`).
Конфигурирование генератора отчетов о времени ответа.
Конфигурирование БД `LANE (ATM)`. Режим команд `APPN` с его подрежимами (`advance peer-to-peer Networking` - второе поколение `SNA`).
Режим команд присоединения канала `PC` с его подрежимами (`Cisco 7000 с CIP`).
Режим команд сервера `TN3270`.
Конфигурирование списков доступа (для именованных `IP ACL`).
Режим шестнадцатеричного ввода (задание публичного ключа для шифровки).
Конфигурирование карт шифровки.

3. ROM монитор (нажать `break` в первые 60 секунд загрузки - замена - `help`).

Редактирование командной строки

Задать размер истории команд: `terminal history size` размер.
Предыдущая/следующая команда: `Ctrl-P/Ctrl-N` или стрелка вверх/вниз.
Включить/выключить редактирование: `[no] terminal editing`.
Символ вперед/назад: `Ctrl-F/Ctrl-B` или стрелка вперед/назад.
В начало/конец строки: `Ctrl-A/Ctrl-E`.
На слово вперед/назад: `Esc F/Esc`.
Развертывание команды: `Tab` или `Ctrl-I`.
Вспомнить из буфера/вспомнить следующий: `Ctrl-Y/Esc Y`.
Удалить символ слева от курсора/под курсором: `Delete/Ctrl-D`.
Удалить все символы до начала строки/конца строки: `Ctrl-U/Ctrl-K`.
Удалить слово слева от курсора/справа от курсора: `Ctrl-W/Esc D`.
Перерисовать строку: `Ctrl-L/Ctrl-R`.

Поменять символы местами: Ctrl-T.
Экранирование символа: Ctrl-V или Esc Q.
Комментарии начинаются с ! (восклицательного знака), но в NVRAM не сохраняются.

3. Порядок выполнения работы

Получить задание у преподавателя. Задание представляет собой таблицу, в которой перечислен набор изучаемых элементов.

Пример выполнения работы

Запускаем и настраиваем Term 95 или Telix под соответствующий порт и скорость (обычно 9600 kb/s). Устанавливаем терминал в режим 8N1. Включите маршрутизатор.

Включаем маршрутизатор.

Если уже была какая-то настройка, то стираем ее:

```
Router>enable
```

```
Router#erase startup configuration
```

```
Router#reload.
```

Отказываемся от автоматической настройки:

```
Would you like to enter the initial dialog? [yes]:no.
```

Через некоторое время появится сообщение:

```
Router>.
```

Войти в режим администратора:

```
Router>enable.
```

Подсказка > должна смениться на #

Начать конфигурирование с терминала:

```
Router#configure terminal.
```

Задать имя хоста:

```
Router(config)#hostname Router (любое имя).
```

Задать защищенный пароль администратора:

```
Router (config)#enable secret cisco (любое пароль).
```

Введите команды:

```
Router(config)#ip subnet-zero
```

```
Router(config)#ip classless.
```

Отключаем DNS, если его нет:

```
Router(config)#no ip domain-lookup.
```

Выходим из режима конфигурации:

```
Router(config)#exit
```

```
Router#.
```

Сохраняем конфигурацию:

```
Router(config)#exit
```

```
Router#writeo
```

Выйдем из режима расширенных команд:

```
Router#exit
```

```
Router>.
```

Настраиваем терминальные линии: (vty) для доступа к Cisco через локальную сеть:
Router#configure terminal (или conf t)
Router(config)#line vty 0 4
Router(config-line)#login
Router(config-line)#password Cisco
Router(config-line)#session-timeout 10 output
Router(config-line)#exit или Ctrl^Z
Router#write terminal (wr - сокращенно).

Пример выполнения задания – настройка порта Ethernet и установка IP адреса

Просматриваем список интерфейсов на Cisco:

```
Router#show ip interface brief
Interface      IP-Address OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0 unassigned YES unset administratively down down
Serial0/0      unassigned YES unset administratively down down
Serial0/1      unassigned YES unset administratively down down.
```

Сначала вводим в режим конфигурирования с терминала:

```
Router#configure terminal
Router(config)#interface Ethernet0 или сокращенно int E0.
Теперь задаем, например, IP адрес:
Router(config-if)#ip address 172.16.150.1 255.255.255.0.
Выполняем включение маршрутизатора:
Router(config-if)#no shutdown
```

Для вариантов и сервисов настройки доступны следующие команды:

(Interface configuration commands)

access-expression	Build a bridge boolean access expression
arp	Set arp type (arpa, probe, snap) or timeout
backup	Modify backup parameters
bandwidth	Set bandwidth informational parameter
bridge-group	Transparent bridging interface parameters
carrier-delay	Specify delay for interface transitions
cdp	CDP interface subcommands
cmns	OSI CMNS
custom-queue-list	Assign a custom queue list to an interface
default	Set a command to its defaults
delay	Specify interface throughput delay
description	Interface specific description
duplex	Configure duplex operation.
exit	Exit from interface configuration mode

fair-queue	Enable Fair Queuing on an Interface
full-duplex	Configure full-duplex operational mode
half-duplex	Configure half-duplex and related commands
help	Description of the interactive help system
hold-queue	Set hold queue depth
ip	Interface Internet Protocol config commands
keepalive	Enable keepalive
llc2	LLC2 Interface Subcommands
load-interval	Specify interval for load calculation for an interface
logging	Configure logging for interface
loopback	Configure internal loopback on an interface
mac-address	Manually set interface MAC address
max-reserved-bandwidth	Maximum Reservable Bandwidth on an Interface
media-type	Interface media type
mtu	Set the interface Maximum Transmission Unit (MTU)
multilink-group	Put interface in a multilink bundle
netbios	Use a defined NETBIOS access list or enable name-caching
no	Negate a command or set its defaults
ntp	Configure NTP
priority-group	Assign a priority group to an interface
random-detect	Enable Weighted Random Early Detection (WRED) on an interface
rate-limit	Rate Limit
service-policy	Configure QoS Service Policy
shutdown	Shutdown the selected interface
snapshot	Configure snapshot support on the interface
snmp	Modify SNMP interface parameters
speed	Configure speed operation.
standby	Hot standby interface subcommands
timeout	Define timeout values for this interface
traffic-shape	Enable Traffic Shaping on an Interface or Sub-Interface
transmit-interface	Assign a transmit interface to a receive-only interface
tx-queue-limit	Configure card level transmit queue limit

IP адресация

Адрес компьютера, подключенного к сети Интернет, состоит из двух частей : адрес сети и адрес хоста, например, в сети класса С полный адрес хоста выглядит так : 233.233.233.113, где 233.233.233 - адрес сети, а 113 - адрес хоста.

Маршрутизатор работает с двоичными адресами. Полный IP адрес занимает 32 байта (4 октета по 8 битов в каждом). Часто используемая маска сети - 255.255.255.0 в двоичном представлении:

11111111 11111111 11111111 00000000.

Преобразование адресов из двоичной в десятичную систему счисления (СС) производится путем подсчета значащих (заполненных единицами) битов в каждом октете и возведении в эту степень двойки. Например, число 255 есть 2 в восьмой степени или полностью заполненные все восемь битов в октете единицами. Обратный процесс преобразования адреса из десятичной СС в двоичную состоит в запоминании значений каждого бита в десятичной системе и путем операции "Логическое И" над адресом и шаблоном получают двоичное представление:

7	6	5	4	3	2	1	0	степень 2

128	64	32	16	8	4	2	1	значение 2.

Верхняя строка показывает нумерацию разрядов в октете или степень двойки в каждом разряде, нижняя строка - значение двойки в степени. Например, используем адрес: 233.233.233.111, и начнем перевод в двоичную СС 233 в десятичной системе счисления: первый байт 233 получается суммой следующих слагаемых, которые набираем из нижней строки :

$$233 = 128 + 64 + 32 + 8 + 1,$$

где "позиции" из которых были задействованы слагаемые "записываем" единицами, остальные позиции "записываем" нулями и получается - "11101001". Адрес хоста (последний октет) - десятичное 113 раскладывается:

$$64 + 32 + 16 + 1.$$

В итоге полный IP:

11101001 11101001 11101001 01110001

Адрес сети в зависимости от первых трех битов делится на сети класса А, В, С, а маршрутизатор по первым битам определяет к какому классу относится данная сеть, что ускоряет процесс маршрутизации. Ниже представлены варианты сетей, где AAA - часть адреса сети, BBB - часть адреса хоста

Сеть класса А (первый бит "0):

AAA.NNN.NNN.NNN (диапазон AAA от 1 до 127), например: 63.12.122.12.

Сеть класса В (первые два бита 10) :

AAA.AAA.NNN.NNN (диапазон AAA от 128 до 191), например: 160.12.234.12.

Сеть класса С (первые три бита 110):

AAA.AAA.AAA.NNN (диапазон AAA от 192 до 223), например: 200.200.200.1.

Соответственно число узлов в сети класса А (16 777 214) больше чем узлов в сети класса В (65534) и совсем немного станций можно определить в сети класса С - всего 254. Почему не 256 ? Два адреса содержащего только нули и только единицы резервируется и от числа адресов отнимается 2 адреса $256 - 2 = 254$. То же касается и части адреса сети: в сети класса А можно создать

128 - 1=127 сетей, так как один нулевой адрес сети используется при указании маршрута по умолчанию(при статической маршрутизации). Сетей класса В может быть 2 в 14 степени = 16384 (2 октета по 8 бит = 16 битов - 2 первых зарезервированных бита = 14). Сетей класса С насчитывается 2 в 21 степени (3 октета по 8 бит = 24 бита - 3 первых зарезервированных бита = 21).

Приведем пример. Имеем маску сети: 255.255.224.0 и ее надо представить в двоичном виде. Вспомнив что 255 в двоичной системе счисления есть 8 единиц записываем :

11111111 11111111 ???????? 00000000.

Число 224 раскладывается пошаблону: $128 + 64 + 32 = 224$ и заполнив единицами позиции, из которых использовали слагаемые, а нулями неиспользуемые позиции, получаем полный IP адрес в двоичном представлении: 11111111 11111111 11100000 00000000.

Теперь перейдем к алгоритму образования подсети на примере сети класса С. Введение понятия подсети необходимо для экономии и четкого упорядочивания адресного пространства, поскольку выдавать каждой LAN “свое” адресное пространство на 256 хостов в каждой сети нет необходимости с учетом ISP. К тому же снижается трафик в сети поскольку маршрутизатор теперь может направлять пакеты непосредственно в нужную подсеть (определяющую, например LAN - отдела компании), а не всей сети.

Для того чтобы разделить сеть на подсети используют часть битов из адресного пространства описывающего адрес хоста с помощью маски подсети. Например, в сети класса С можно использовать последний октет (8 битов), точнее его часть. Теперь разберемся с логической структурой LAN - компании. Компания имеет 10 LAN - отделов с числом компьютеров в каждом отделе не более 12. Для такой структуры подойдет маска подсети 255.255.255.240. Почему? Если представить маску в двоичном представлении:

11111111 11111111 11111111 11110000,

то увидим, что последний октет состоит из 4 единиц и нулей. Поскольку 4 бита забирается из адреса сети для маски подсети то остается 2^4 в четвертой степени адреса ($2 \times 4 = 16$ - адресов). Согласно RFC использовать нулевые адреса и адреса, состоящие из “единиц” не рекомендуется, значит из 16 адресов вычитаем 2 адреса (14 адресов в каждой подсети). Аналогично можем подсчитать число подсетей равное: $2^4 - 2$ зарезервированных адреса, итого 14 подсетей.

Применяя такой способ можем структурировать адресное пространство согласно структуре сетей компании, например, каждый отдел будет иметь по 14 адресов с маской 255.255.255.240 с числом отделов до 14. Системный администратор должен знать диапазон адресов для каждого отдела. Это делается путем вычитания по “16” из числа 256, т.е: $256 - 16 = 240$, $240 - 16 = 224$... - до тех пор пока не получится число меньше чем 16.

Корректные адреса хостов лежат в диапазоне между подсетями:

Подсеть	16	(17-30)
Подсеть	32	(33-46)
Подсеть	48	(49-62)
Подсеть	64	(65-..)
...		
...		
Подсеть	224	(225-238).

В первой подсети 16 диапазон адресов: от 17 до 30. “31” адрес (точнее - часть адреса, исключая “биты” подсети) состоит из единиц (используя 4 последних бита под адреса хоста получим широковещательный адрес) и не может использоваться - само число 31 в двоичном представлении = 00011111. Старайтесь всегда переводить числа в

двоичную СС, или пользуйтесь таблицами, ведь маршрутизатор получив неправильную маску или адрес хоста, не сможет доставить обратно пакеты этому хосту.

Значит в первую подсеть можем выделить секретариат и отдел, где каждый хост должен иметь маску подсети 255.255.255.240. При работе с маршрутизатором следует учесть, что использовать нулевую подсеть с маской 255.255.255.128 в RFC не рекомендуется, но можно решить эту проблему, введя команду `ip classless` в глобальную конфигурацию маршрутизатора.

Защита доступа к маршрутизатору

Так как из LAN, например, на базе технологии Ethernet, с помощью telnet сессий доступно управление маршрутизатором, то необходимо провести соответствующую настройку защиты (паролем доступа к трем внешним источникам конфигурирования маршрутизатора): консоли маршрутизатора; дополнительного порта для подключения модема (AUX); доступа по telnet сеансу.

Для того чтобы закрыть доступ по консоли маршрутизатора, входим в режим конфигурирования

```
Router#config terminal
```

и вводим команду задания пароля :

```
Router(config)#line console 0
```

```
Router(config)#password your_password
```

```
Router(config)#login
```

```
Router(config)#exit
```

```
Router#wr mem.
```

Задание пароля на AUX порту:

```
Router(config)#line aux 0
```

```
Router(config)#password your_password
```

```
Router(config)#login
```

```
Router(config)#exit
```

```
Router#wr mem.
```

Пароль для telnet сессий :

```
Router(config)#line vty 0 4
```

```
Router(config)#password your_password
```

```
Router(config)#login
```

```
Router(config)#exit
```

```
Router#wr mem.
```

Обратите внимание, что при задании пароля для telnet сеанса указываем число разрешенных сессий равное 4. При попытке получить доступ по любому из перечисленных способов, видим приглашение: "Enter password:" При большом количестве маршрутизаторов используют AAA accounting для задания механизма единой авторизации на всех узлах сети, командой:

```
Router(config)#username vasya password pipkin_password
```

```
Router(config)#exit
```

```
Router#wr term.
```

По команде `snow config` увидим что пароль зашифрован и разгадать его достаточно сложно :

```
username vasya password 7 737192826282927612.
```

Затем включаем в глобальной конфигурации: AAA accounting:

```
aaa new-model
```

```
aaa authentication login default local
```

```
aaa authentication login CONSOLE none
```

```
aaa authorization exec local if-authenticated.
```

Далее сконфигурируем AUX, Console, telnet сессию, чтобы получить в итоге в конфигурации:

```
line con 0
```

```
login authentication CONSOLE
```

```
line aux 0
```

```
transport input none
```

```
line vty 0 4
```

```
!
```

Теперь при попытке “сломать” получим следующее приглашение (пароль не отображается):

```
User Access Verification
```

```
Username:vasya
```

```
Password:
```

```
Router>
```

4. Содержание отчета

Отчет должен содержать: таблицу заданных элементов изученных технологий; составленную схему поиска и выявленных элементов изучаемой технологии через Интернет; составленные по заданиям из таблицы схемы ключевых элементов изучаемой технологии.

При составлении отчета надо сформулировать элементы развития технологии Catalyst в плане доведения сетевых решений для гигабитных скоростей до пользовательских настольных систем.

Cisco System реализовала переход на технологию Gigabit Ethernet, предложив новые модели коммутаторов: Cisco Catalyst 3750 и Cisco Catalyst 2970. Модели Cisco Catalyst 3750G-12S и Cisco Catalyst 2970G-24TS с фиксированной конфигурацией сочетают скорость Gigabit Ethernet с интеллектуальными услугами коммутации на сетевой периферии (Edge).

Для "конфигурирования" маршрутизаторов используется технология Cisco StackWise, поддерживающая быстроедействие на уровне 32 Гбит/с. Модель Cisco 3750G-12S поддерживает все функции периферийной агрегации и работает под управлением программного пакета - Cisco Cluster Management Suite (CMS) - пакет программ Cisco для управления кластерами). На этом коммутаторе установлено 12 портов SFP, что отражает общую тенденцию перехода от меди к оптоволокну в соединениях между коммутаторами локальных сетей.

Университет города Портленд (самый крупный университет штата Орегон) использует коммутаторы Cisco Catalyst 3750 для виртуальной маршрутизации с уровня

LAN - Ethernet в лабораториях). Такой подход доводит *e-технологии* до уровня рабочих станций в проблемных лабораториях. Привлекает внимание поддержка IP-маршрутизации, включая поддержку протокола IPv6 на базе устройств Cisco в многоцелевой, периферийной части сети.

Catalyst 2970G-24TS относится к семейству Cisco Catalyst 2970 Series и предоставляет высокоскоростные интеллектуальные услуги. Catalyst 2970 поддерживает скорости: 10/100/1000 Мб/с на всех 24 портах и имеет 4 компактных разъема (SFP) для магистральных каналов (uplinks). В этой модели можно устанавливать избыточные блоки питания для повышения общей доступности услуг. Catalyst 2970 поддерживает полный набор функций безопасности - Secure Shell (SSH) на уровне QoS.

Элементы развития Ethernet

В Ethernet лежит принцип множественного доступа с контролем несущей и обнаружением коллизий - CSMA/CD и изначально скорость была ограничена тем, что множество узлов конкурировали за доступ к магистрали с полосой пропускания 10 Мб/с. В плане ускорения найдены решения на основе коммутаторов, имеющих большее количество портов и обеспечивающих передачу кадров между несколькими портами одновременно. Это позволило применять коммутаторы в сетях, в которых трафик между сегментами практически не отличается от трафика, циркулирующего в самих сегментах.

Fast Ethernet (стандарт - 802.3u) определяет три модификации для работы с разными видами кабелей: 100BaseTX, 100BaseT4 и 100BaseFX. Модификации: 100BaseTX и 100BaseT4 - на витую пару, 100Base FX - на оптический кабель. Распространены: 100BaseTX с кабелями категории 5 (две неэкранированные витые пары) и 100Base FX (многомодовый оптический кабель).

Хотя Fast Ethernet и был развитием стандарта Ethernet, переход к 100BaseTX требовал изменения в топологии сети. Теоретический предел сегмента Fast Ethernet составляет 250 м. Это ограничение определено самой природой метода доступа CSMA/CD и скоростью передачи, не превышающей 100 Мбит/с.

Развитие до Gigabit Ethernet с сохранением совместимости с установленными сетями на базе Ethernet. Путь - замена коммутаторов Fast Ethernet на коммутаторы и концентраторы Gigabit Ethernet. К недостаткам Gigabit Ethernet относят отсутствие встроенного механизма QoS.

Особенность 10 Gigabit Ethernet - отказ от использования протокола CSMA/CD (10 Gigabit Ethernet работает только в полнодуплексном режиме - избавляет от несогласованности при использовании полнодуплексного и полудуплексного режимов). Другое важное изменение касается физического интерфейса. В соответствии со спецификацией предусмотрено пять типов интерфейсов: 10GBASE-LR, 10GBASE-ER, 10GBASE-SR, 10GBASE-LW и 10GBASE-LX4. Все для оптических каналов. Отказ от "меди" понятен - дальность передачи была бы очень ограниченной. Каждый физический интерфейс состоит из двух уровней: Physical Coding Sublayer (PCS), отвечающий за управление передаваемыми битовыми последовательностями, и Physical Media Dependent (PMD), преобразующий биты в оптические сигналы. Эти уровни спроектированы не зависящими друг от друга. Для Gigabit Ethernet предложено два типа стандартных оптических интерфейсов: в одном используется многомодовое оптоволокно, в другом - одномодовое (главное различие - в их "дальнобойности"). В отличие от Gigabit Ethernet,

стандарт 802.3ae поддерживает три разные длины волны (850, 1310 и 1550 нм), каждой из них соответствует свой PMD. В свою очередь, каждому PMD соответствует два типа физических интерфейсов - для локальных (LAN PHY) и территориально распределенных (WAN PHY) сетей.

В то время как в LAN других решений PMD-интерфейсы преобразуют биты в световые сигналы последовательно, PMD-интерфейс в 10GBASE-LX4 определил и реализовал технологию спектрального уплотнения WDM для передачи битов одновременно на четырех длинах волн. Этот PMD-интерфейс является наиболее гибким, поскольку поддерживает как многомодовое оптоволокно с диаметром сердцевины 62,5 мкм для связи на ближних (до 300 м) расстояниях, так и одномодовое волокно с диаметром 9 мкм - на дальних (до 10 км). На сегодняшний день пока по цене резко отличаются Fast Ethernet и Gigabit Ethernet.

Перспективы 10 Gigabit Ethernet долгосрочные – перевод на новый уровень без больших затрат и проблем администрирования, неизбежных при смене протокола для LAN, MAN.

В РФ проект, в котором ядро сети на базе технологии Ethernet 10 Гбит/с – нефтехимический комбинат "Салаватнефтеоргсинтез". Системным интегратором данного проекта выступает компания "Мехатрон", соисполнителем - СТИ. Сеть охватывает площадь (около 15 кв. км) и поддерживает верхний уровень управления производством (ERP). В проекте - ядро из восьми Cisco Catalyst 6500 с модулями коммутации и управления Supervisor 720. Кроме этого - 54 коммутатора Catalyst 3750 и 24 устройства Catalyst 2950. В коммутаторы Catalyst 6500 встроены модули IDS, Firewall и NAM, которые должны обеспечить защиту сети от различных атак, а также анализ внутреннего трафика. В качестве ПО управления - пакеты CiscoWorks LAN Management Solution/Routed WAN Solution, Secure Access Control Server, VPN и Security Management Solution. Отказоустойчивость корпоративной сети обеспечивается построением сети по модульному принципу, в результате сбой в одном модуле не будет влиять на систему в целом. Наиболее важные уровни сети, включая магистральные каналы, резервируются. Реализуются информационные системы: видео-конференц-связи и IP-телефонии. На уровне передачи трафика АСУТП в качестве устройств доступа использованы коммутаторы Catalyst 2955, которые адаптированы для применения в условиях промышленного производства (температурный режим от -40 до +60С; полностью пассивное охлаждение; устойчивость к пыли, влажности и вибрации; способны дифференцировать трафик в целях обеспечения QoS).

Разъемы RJ-45 используются для соединения сетевых адаптеров, концентраторов, коммутаторов и других сетевых устройств с помощью неэкранированных или экранированных (100 W) кабелей на основе скрученных пар проводников при скорости 10 или 100 Мбит/с (vista RJ-45 используются в сетевых устройствах: 10 Мбит/с или 100 Мбит/с).

Разъемы AUI используются для внешних трансиверов 10 Мбит/с и специальных кабелей, позволяющих соединить устройство с магистралью на основе толстого коаксиального кабеля. Трансиверы позволяют соединять порт со средами различных типов, включая 10BASE-F и FOIRL.

Список литературы

1. *Шадрин, А.* Открываем сетевые ресурсы матроники транспорта /А.Б. Шадрин, С.А. Ромашова, И. Кастильо Чагин – Транспорт Российской Федерации. - 2009. N 3-4. С.26-29.
2. *Шадрин, А.* Проектирование компьютерных сетей: учеб.-метод. комплекс (информация о дисциплине, рабочие учебные материалы, информационные ресурсы дисциплины, методические указания к выполнению и задания на курсовой проект или контрольную работу, блок контроля освоения дисциплины)/сост. А.Б. Шадрин - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2010. 204 с.
3. *Шадрин, А.* Проектирование компьютерных сетей: учеб.-метод. комплекс (методические указания к выполнению лабораторных работ)/сост. А.Б. Шадрин - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009. 236 с.
4. *Шадрин, А.* Информационные сети и телекоммуникации: учеб.-метод. комплекс (информация о дисциплине, рабочие учебные материалы, информационные ресурсы дисциплины)/сост. А.Б. Шадрин - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009. 217с.
5. *Шадрин, А.* Информационные сети и телекоммуникации: учеб.-метод. комплекс (методические указания к выполнению лабораторных работ)/сост. А.Б. Шадрин - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009. 67с.
6. *Шадрин А.* Совершенствуем элементы интеллектуальных транспортных комплексов/А.Б.Шадрин - Сборник научных статей к юбилею кафедры процессов управления и информационных систем.- СПб.: СЗТУ, 2010. С.122-130.
7. *Смирнов Г., Шадрин А.* Измерительно-вычислительные комплексы для океанологических экспериментальных исследований/ Г.В. Смирнов, А.Б. Шадрин - Владивосток.: Дальнаука, 1993 – 453 с.
8. *Нелепо Б., Смирнов Г., Шадрин А.* Интегрированные системы для гидрофизических исследований / Б.А. Нелепо, Г.В. Смирнов, А.Б. Шадрин - Л.: Гидрометеиздат, 1990 – 236 с.
9. *Брежнев В., Шадрин А.* Серверно-сетевая синхронизация генераторов/ В.И. Брежнев, А.Б. Шадрин – М. Научное обозрение, 2016, N9. С. 252-257.
10. *Брежнев В., Шадрин А.* Ресурсы серверно- сетевого управления энергоустановками/ В.И. Брежнев, А.Б. Шадрин – М. Научное обозрение, 2014, N1. С. 72-79.
11. *Брежнев В., Шадрин А.* Серверно-сетевые процессы автоматизации выдачи мощности для интегрированного металлургического комплекса/ В.И. Брежнев, А.Б. Шадрин – М. Научное обозрение, 2015, N20. С. 124 - 128.
12. *Брежнев В., Шадрин А.* Интегрированное сетевое управление в энергосистемах/ В.И. Брежнев, А.Б. Шадрин – М. Научное обозрение, 2013, N9. С. 392 - 397.

Шадрин Александр Борисович, д-р техн. наук, проф.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СУДОВЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ

Методические указания к выполнению лабораторных работ



198035, Санкт-Петербург, Межевой канал, 2
Тел. 812-748-97-19, 748-97-23
e-mail: izdat@gumrf.ru

Публикуется в авторской редакции

Ответственный за выпуск
Компьютерная верстка

Подписано в печать

Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman
Усл. печ. л. 8,45. Тираж 100 экз. Заказ № /2017