



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 курсового проекта

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

2018

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 курсового проекта/сост. А.Б. Шадрин - СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2018. – 80 с.

Методические указания к выполнению ряда вариантов курсового проекта 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 двигатели внутреннего сгорания и автоматика судовых энергетических установок. Протокол № 2 от 27 сентября от 2016.

*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»,  
2018

© Шадрин А. Б., 2018

## Оглавление

Методические указания к выполнению курсовых проектов .....	4
1. ИАС в пропульсивном комплексе для офшорного судна .....	5
2. ИАС в генерирующей автономной установке.....	10
3. В проектах выделяют процессы управления главным дизелем .....	25
4. В проектах раскрывают контуры управления главным дизелем.....	26
5. Элементы в схеме РПС.....	26
6. В ДАУ отмечают контуры в процессах управления малооборотным длинноходовым двухтактным дизелем с прямой передачей на гребной винт ..	28
7. В проектах выделяют каналы управления дизелем.....	30
8. В проектах отмечают опыт изучения ДАУ.....	32
9. Опыт внедрения в АСУ СЭУ - AutoChief @C20.....	33
10. КТС в судовой мехатронике для АСУ СЭУ.....	44
11. Внимание дизелям из серии ME.....	53
12. Внимание к преемственности АСУ СЭУ и автотранспортных сетей.....	59
13. Освоение среды In Control.....	62
14. Внедрение программирования на языке - C#.....	64
15. Внедрение технологий удаленного доступа.....	68
16. Увеличение уровня безопасности рабочих мест.....	69
17. Моделирование процессов в модулях и агрегатах.....	74
<b>Список</b> литературы.....	78

## Методические указания к выполнению курсовых проектов

При выборе вариантов выполнения курсового проекта по дисциплине АСУ СЭУ используются: Videотека модулей и агрегатов в комплексе технических средств (КТС) для автоматизированных систем управления судовыми энергетическими установками (АСУ СЭУ) 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 мехатронным и интеллектуальным управлением; отчеты по результатам работ в лаборатории - «Автоматика судовых энергетических установок» кафедры «ДВС и АСУ» с ознакомлением и обязательным выполнением типовых инструкций факультета судовой энергетики ГУМРФ по учету вредных и опасных факторов условий труда: санитарно-гигиенических, психофизиологических и технических.

*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.*

В проектах 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 АСУ СЭУ от ведущих компаний: [kongsberg.com](http://kongsberg.com), [wartsila.com](http://wartsila.com), [prosoft.ru](http://prosoft.ru), [siemens.ru](http://siemens.ru), [cta.ru](http://cta.ru), [asucontrol.ru](http://asucontrol.ru), [ratrans.ru](http://ratrans.ru), [opensys.ire.ras.ru](http://opensys.ire.ras.ru), [transrussia.ru](http://transrussia.ru), [avtprom.ru](http://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 АСУ СЭУ для освоения элементов визуализации и генерации модульных проектных решений в бортовых сетевых технологиях в АСУ СЭУ.

**В выводах** необходимо сопоставить не менее 2-х вариантов из разных поколений КТС для АСУ СЭУ с учетом более перспективных решений.

Пояснительные записки по результатам проектирования интегрированной автоматизированной системы (ИАС) для специализированного судна распечатывается на листах формата А4 и соединяется степлером в левом верхнем углу.

Содержание записок должно опираться на результаты выполнения лабораторных и практических работ и примеры построения ИАС на базе КТС для АСУ СЭУ от 5 и более вариантов «узловых» решений, приведенные ниже.

### **1. ИАС в пропульсивном комплексе для офшорного судна [1-3].**

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.

**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 - Автопилот (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). 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).

**Структурированная кабельная сеть** ИАС 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. Средства управления для

кормовых подруливающих устройств и носовых подруливающих устройств могут быть сгруппированы или разгруппированы на панелях управления МТС.

**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 двигателя в пределах 180 градусов. «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 двигатели 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. Оператор должен установить на ближайшем посту управления

двигателем (Направление тяги и Скорость) в требуемые позиции прежде, чем Принять управление, для предотвращения несоответствия. 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). МТСs 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 двигателя 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 двигателя судна, устанавливается с клавиатурой и дисплеем. 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 двигателем при помощи джойстика. Панель расположена на носовой консоли в ходовой рубке и на постах швартовки крыльев мостика. IJS использует «независимые последовательные связи» с микроконтроллерами для каждого двигателя. Микроконтроллеры «отслеживают состояние», в котором находится система и какой пост активен и управляет. IJS - часть Системы DP.

**MANUAL THRUSTER CONTROLS (MTCs)** - системы управления обеспечивают ручное управление оборотами двигателя и направлением тяги. МТСs носового подруливающего устройства обеспечивает



управление направлением тяги и скорость. МТСs расположены в консолях ходовой рубки и отделениях распределительных щитов. МТСs содержат кнопки отключения сигналов предупреждений, запуска и останова движителей, принятия на себя управления движителями и аварийный останов «двигателя». Световая индикация указывает, остановлен двигатель или запущен, является ли пост активным, аварийная остановка, коммуникационные данные и предупреждения системы. Каждый МТСs соединяется с экраном управления МТСs, установленным около МТСs. Экран управления МТСs.

**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». Переключатель позволяет оператору быстро переходить на ручное управление во время работы автопилота, для предотвращения аварий (управление передаётся на носовую консоль МТСs в ходовой рубке). Когда автопилот активен, он управляет судном через кормовое подруливающее устройство правого/левого борта МТСs на носовой консоли в ходовой рубке. Каждый раз, когда управление снимается с автопилота, все управление автоматически передаётся на носовую консоль МТСs в ходовой рубке, в этом случае уровень тяги управляется МТСs.

**Панель конвертера носового подруливающего устройства** обеспечивает локальное управление скоростью носового подруливающего устройства, запуск или останов конвертера, а также показывает статус двигателя и «индикацию» 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. 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 MTCs** располагается на консоли оператора. В MTCs отметим три кнопки управления двигателем подруливающего устройства (START, STOP, EMERGANCY 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 местного поста управления** располагается в щите управления ВРК и имеет две клавиши управления разворотом ВРК (рулевое управление (STEERING)), клавишу квитирования предупредительной сигнализации (ALARM), клавишу выбора/подтверждения поста управления (DESK SELECTION), клавишу аварийной остановки (EMERGANCY STOP), клавишу проверки световой индикации (LAMPS).

**2. ИАС в генерирующей автономной установке (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 и судовых энергоустановок для тригенерации [1-3].

**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**.

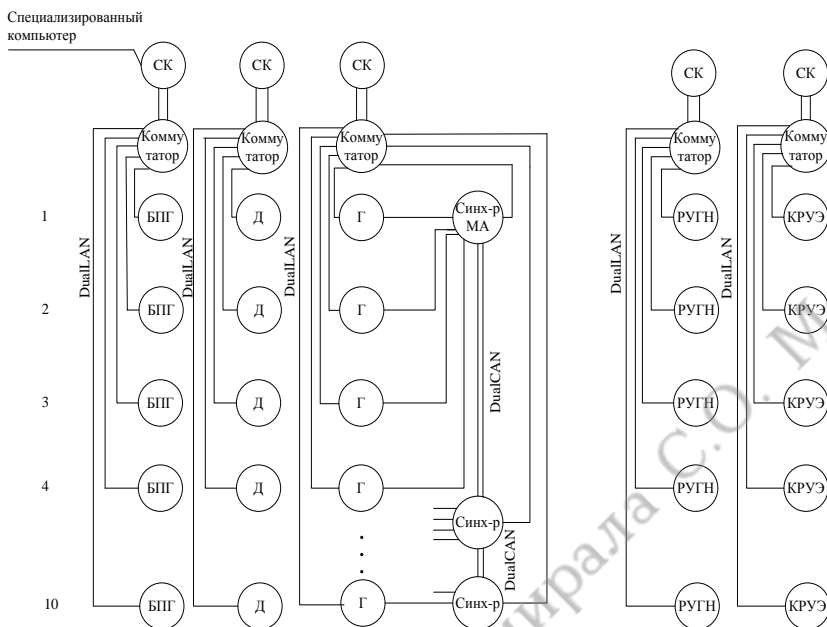


Рисунок 1 – Бортовые сети в энергоустановках

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 маслонасос и др. пусковой дизель-генератор на 0,4 кВт.

Перед запуском в газодизель в каждой ГУ подается основное топливо - газ в блок подготовки газа с давлением 4 бар. Во всех газодизелях ГУ 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 одновременно 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 автосинхронизер 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.

**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 подводящая 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 ГУ 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 ГУ.

**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.

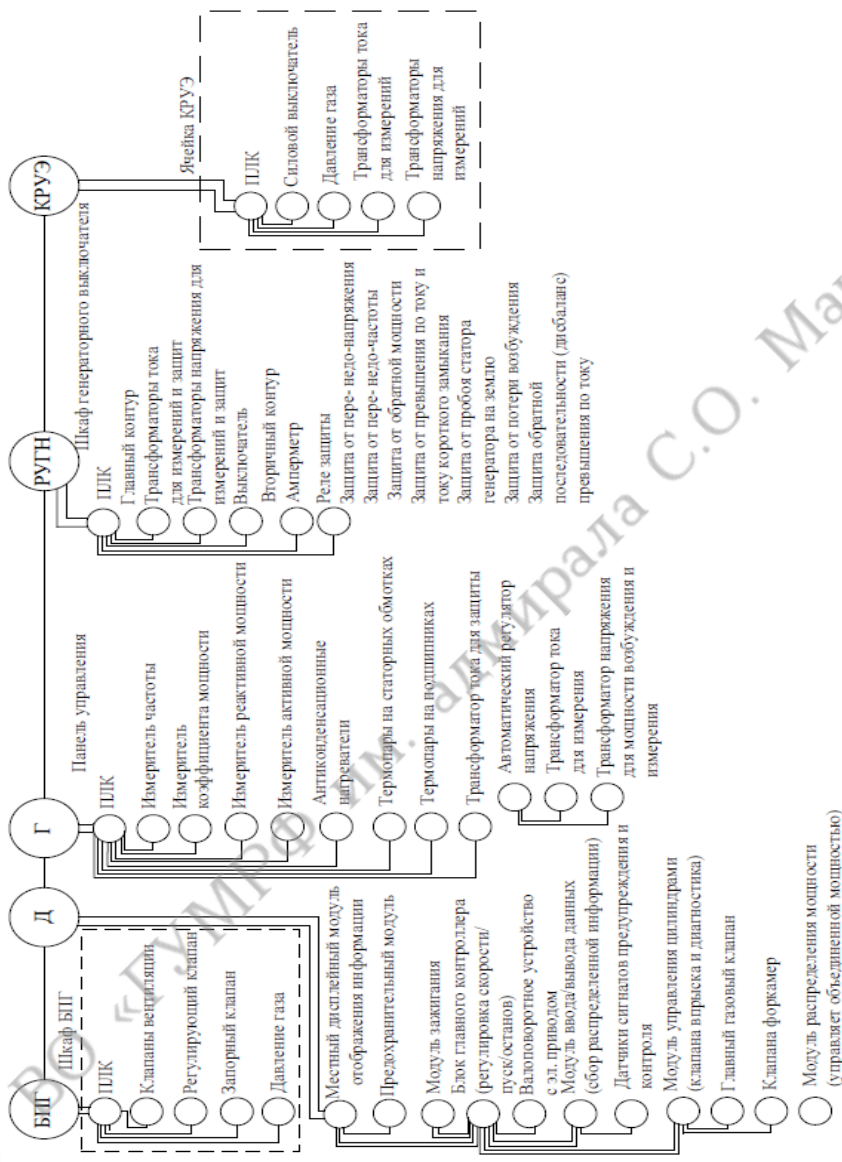


Рисунок 2 – Измерительные и управляющие модули в энергоустановке

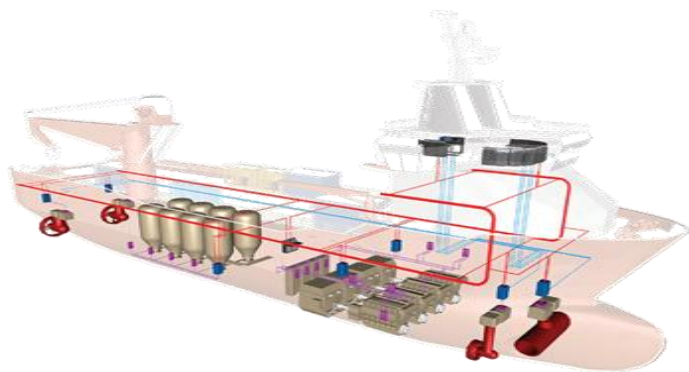


Рисунок 3 – Интегрированная АСУ СЭУ

ФГБОУ ВО «ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова»



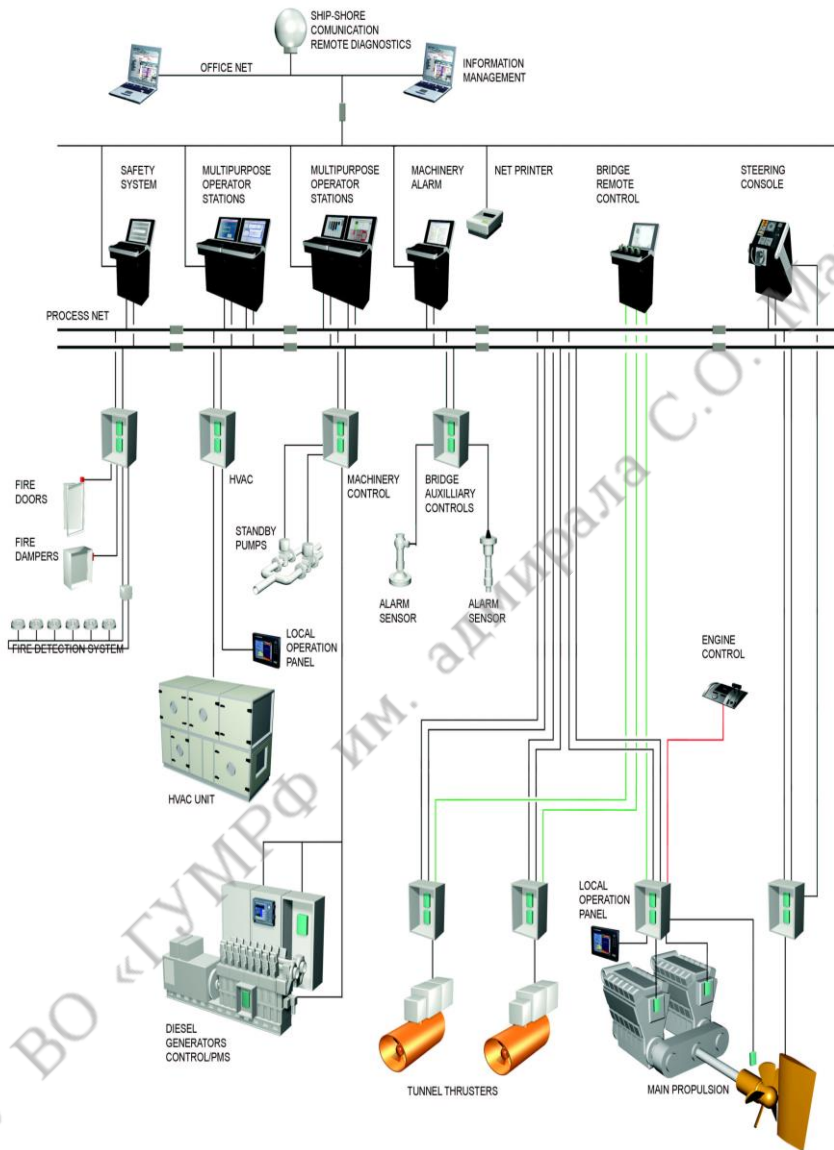


Рисунок 4 – Бортовые сети в К Chief 700

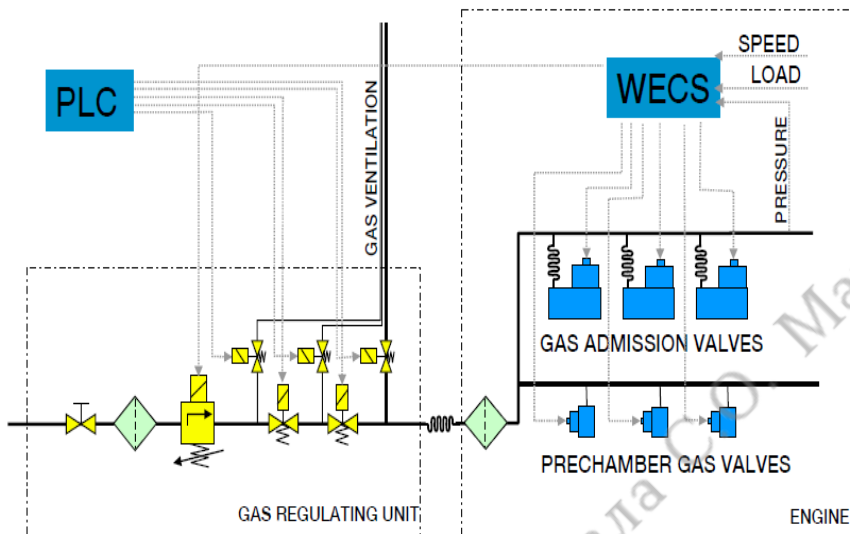


Рисунок 5 – Подсистемы Подготовки и Поддачи Газа

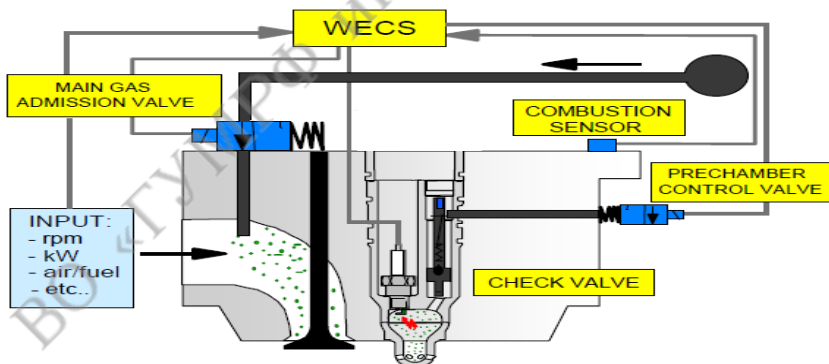


Рисунок 6 - Поддача «порций» воздуха, газа и «запала искрой» в СГ

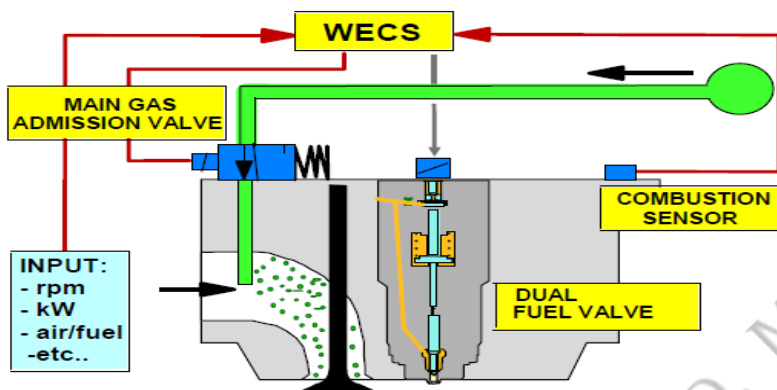


Рисунок 7 – Элементы подачи «порций» воздуха, газа и дизельного топлива в дизеле типа DF

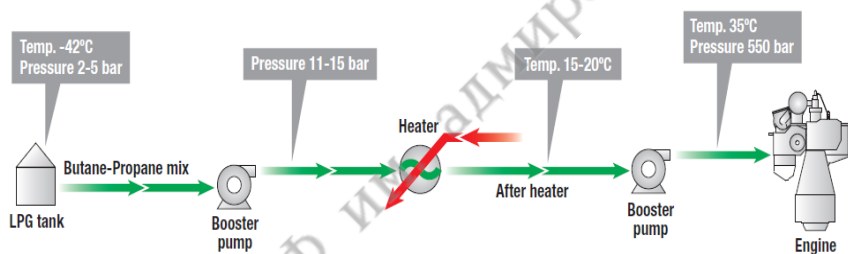


Рисунок 8 – Элементы технологий для LPG

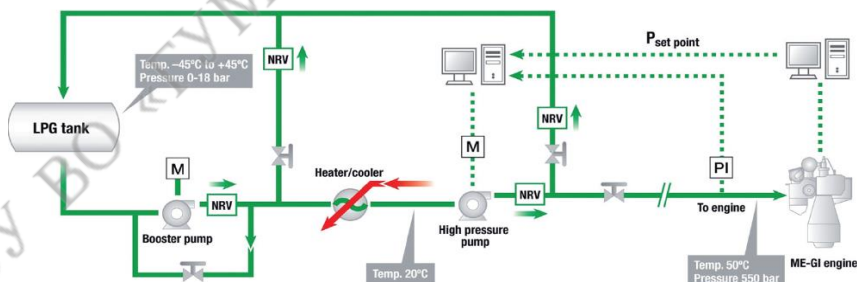


Рисунок 9 – Элементы АСУ для технологий танкерах LPG

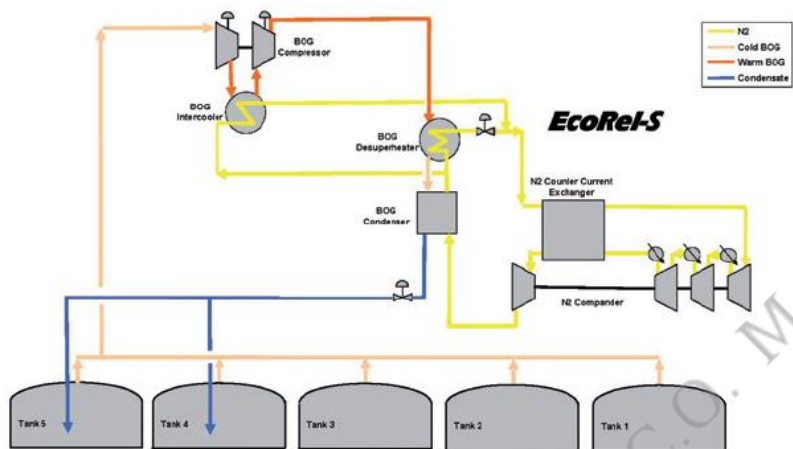


Рисунок 10 – Элементы технологий в танкерах LPG для дизеля ME-GI

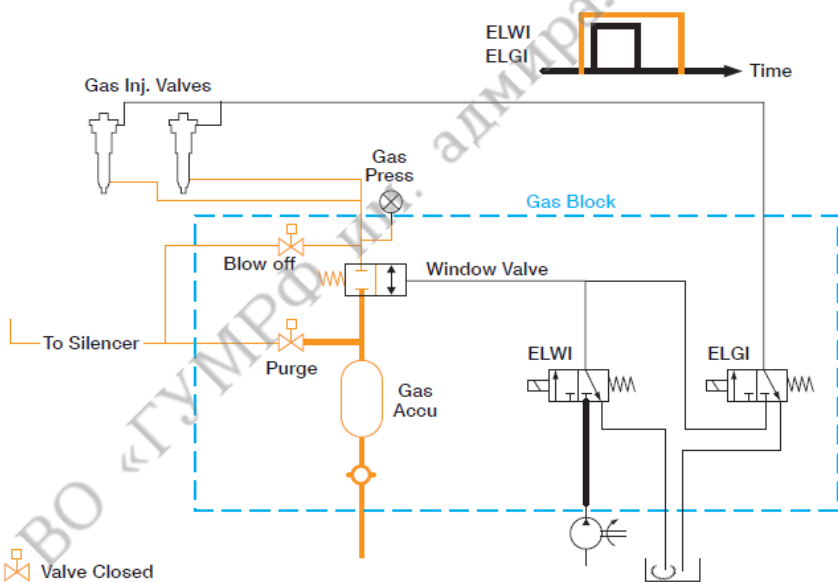


Рисунок 11 – Элементы технологий в ME-GI для LNG

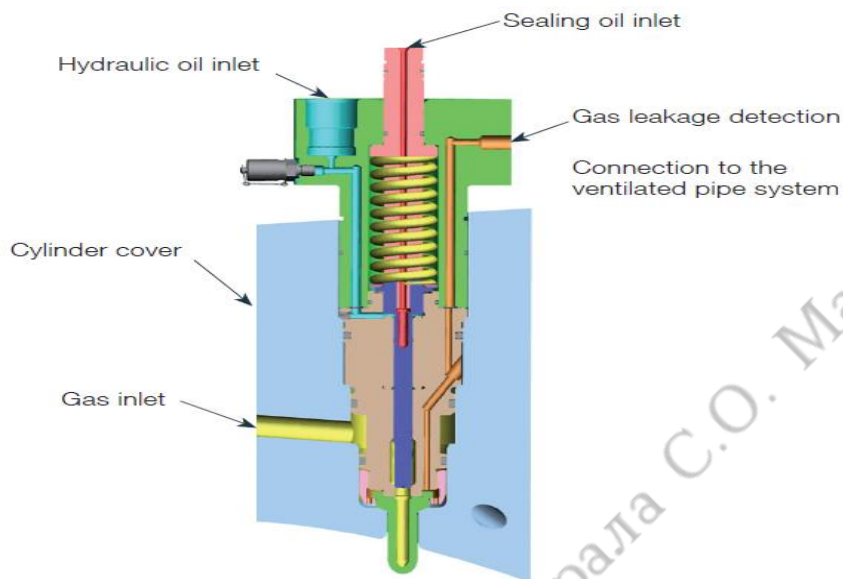


Рисунок 12 – Элементы инжекторов в ME-GI для LNG

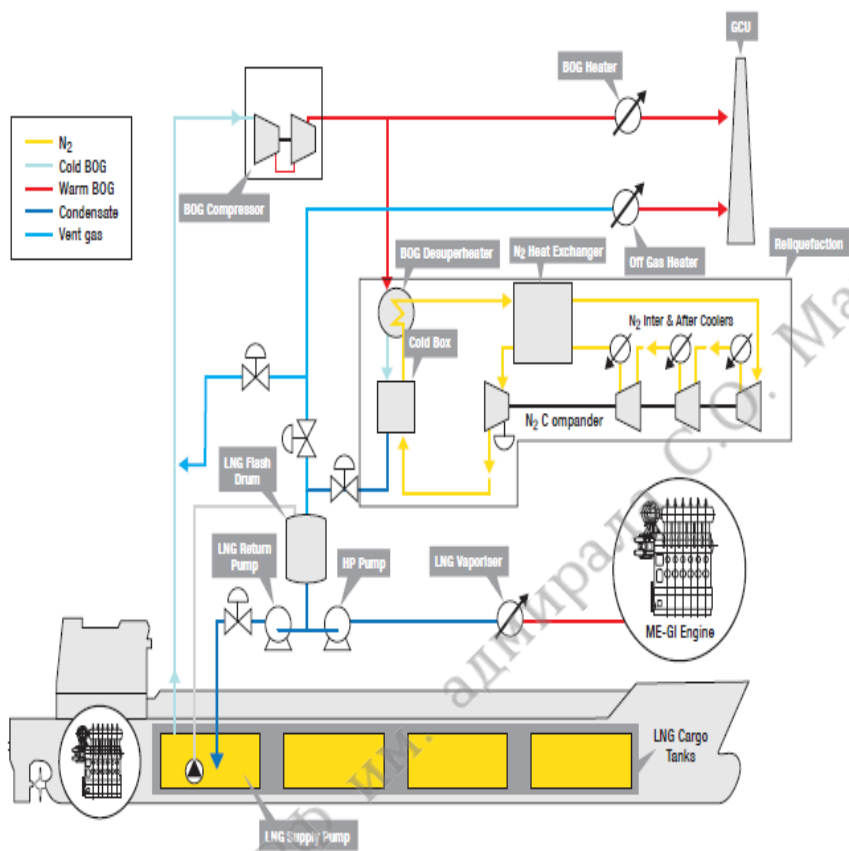


Рисунок 13 – Элементы для ME-GI в LNG

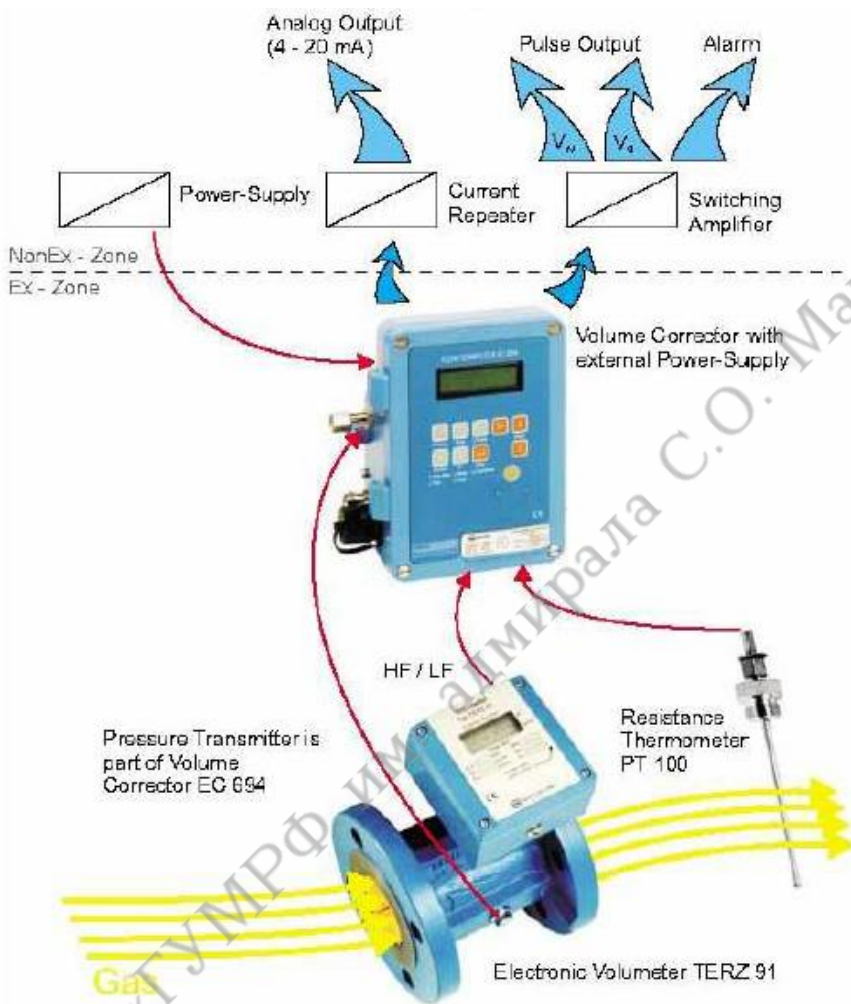


Рисунок 14 – Элементы цифрового измерителя расхода газа

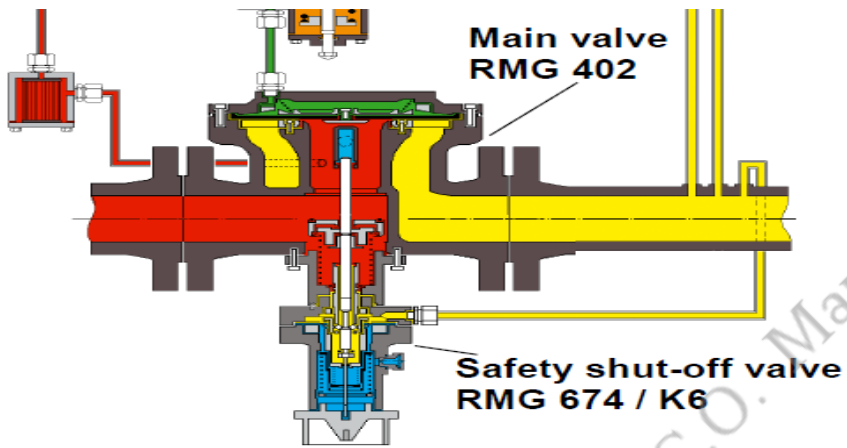


Рисунок 15 – Элементы регулятора – RMG 402

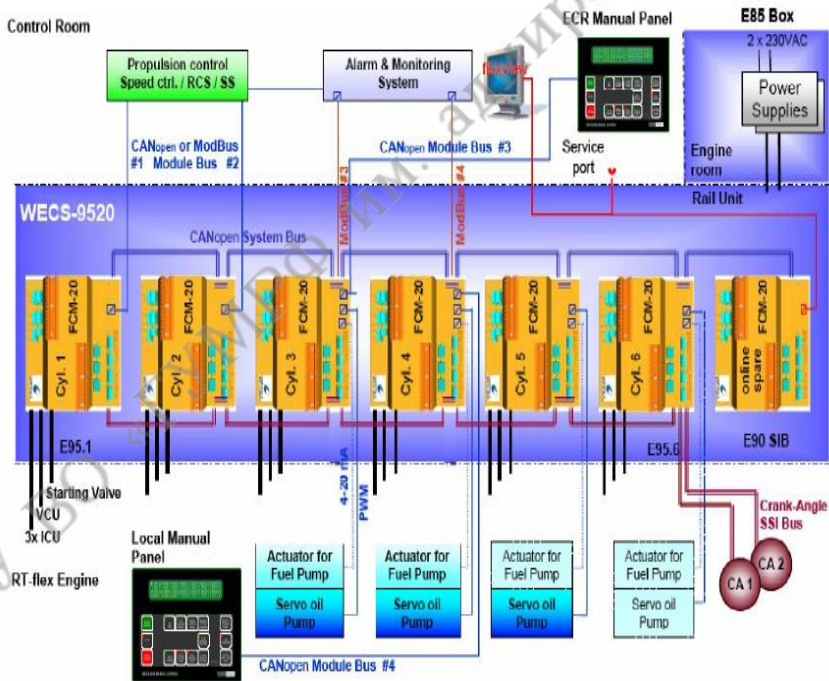


Рисунок 16 – Элементы АСУ для дизелей типа RT flex



### **3. В проектах выделяют процессы управления главным дизелем:**

(ГД): Реверс (задание направления вращения), Пуск, Изменение режима, Останов дизеля. Дистанционный пост управления (ДПУ) на ходовом мостике (в рулевой рубке), с которого вахтенный штурман (помощник капитана) управляет ГД. При отказе системы управления с мостика, управление осуществляется с центрального поста управления (ЦПУ) вахтенным механиком, получающим команды с мостика по машинному телеграфу (МТ). Двигатель может управляться с местного поста управления (МПУ), размещенного в машинном отделении, при отказах в ДАУ [7].

**Реверсивно-пусковая система (РПС)** дизеля функционирует при управлении с разных постов управления. В РПС отметим: рукоятки Реверса, Пуска и Топливоподачи (Задания режима). ГД оборудован всережимным регулятором частоты вращения (ВРЧВ) и поэтому на МПУ предусмотрены: Рукоятка, Маховик, Кнопка задания режима оборотов в дизеле через ВРЧВ по частоте вращения. Функция останова дизеля (отключение топлива) выполняется Рукояткой топливоподачи или Рукояткой реверса. Дублирование органов управления дизелем связано с ответственностью операции Остановка при возникновении неисправности во время работы и для предотвращения аварии работающего неисправного дизеля. Управление из ЦПУ выполняется тремя рукоятками: Реверса, Пуска, Задания режима по частоте вращения (через ВРЧВ). В качестве резервного может быть предусмотрена возможность задания режима Фиксированной топливоподачей (при неисправности ВРЧВ). Останов осуществляется Рукояткой реверса, при установке ее в положение «Стоп».

Управление с мостика осуществляется с помощью ДАУ одной Рукояткой, совмещенной с Рукояткой МТ. Последовательность операций в процессе управления дизелем реализуется на элементах силовой пневматики и гидромеханики с учетом специфики реализации дизеля в части подсистем: Реверса, Пуска, Изменением режима, Остановка и с учетом перехода на микропроцессоры, мультиплексорные и магистральные бортовые сети и технологии в судовых энергетических установках (СЭУ) типа AutoChief ®C20 для судовых двигателей серии МС фирмы MAN B&W в установках с винтом регулируемого шага. Применение автономных воздуходувок в дополнение к штатным газотурбонагнетателям

(ГТН), а также топливных систем аккумуляторного типа, позволяет улучшить показатели качества работы дизеля на переходных и установившихся режимах.

Автономные воздуходувки обеспечивают нормальное воздухоснабжение дизеля на пусковых режимах и в зоне малых частот вращения (на самом малом и малом ходу судна).

**4. В проектах раскрывают контуры управления главным дизелем** и составляют схемы для управления дизелем в судовой пропульсивной установке на примере РПС дизеля фирмы «Зульцер» [7].

**Для процессов управления ГД выделяют элементы контуров блокировки:** при реверсе распределительных органов (РО) заблокированы цепи пуска и топливоподачи; в двигателях с раздельным пуском заблокирована топливоподача при пуске и контрпуске; в двигателях со смешанным пуском топливоподача блокируется только при контрпуске; предусматривается блокировка реверса при включенной топливоподаче; блокируется пуск двигателя при включенном валоповоротном устройстве (ВПУ).

**5. Элементы в схеме РПС дизеля Зульцер типа RTA:** А – питание воздухом управления; В – группа клапанов управления маслоподкачивающим цилиндром регулятора и пневмоцилиндром соединения регулятора с тягой; D – группа клапанов блокировки реверса; E+G – группы клапанов блока логики; H – щиток манометров и реле давлений системы защиты; K – устройство медленного проворачивания; L – шкаф управления вспомогательными воздуходувками; M – группа клапанов дистанционного задания скорости; 1 – индикация давления масла на привод гидромотора насоса цилиндрической смазки; 2 – давление пускового воздуха; 3 – реле защиты по падению давления воздуха в пневморессоре выхлопного клапана ниже 5,5 бар – уменьшение числа оборотов двигателя через 60 сек; 4 – реле защиты по падению давления воздуха в пневморессоре выхлопного клапана ниже 4,0 бар – немедленный останов двигателя; 5 – температура охлаждающей воды цилиндров; 6 – реле защиты по падению давления масла на крейцкопфные подшипники и подачи масла на привод гидроцилиндра управления выпускным клапаном ниже 9,0 бар – уменьшение числа оборотов двигателя через 60 сек. (снижение оборотов выполняется при условии, что индикатор нагрузки находится в позиции не ниже значения 4,5); 7 – редукционный клапан

аварийного питания управляющим воздухом и вспомогательным воздухом для пневморессоры, отрегулирован на 6,0 бар; 8 – редукционный клапан питания пневморессоры, отрегулирован на 7,0 - 7,5 бар; 9 – редукционный клапан питания пневморессоры, отрегулирован на 7,0 бар; 10 – маслоотделитель; 11 – баллоны пускового воздуха на 30,0 бар; 12 – форсунка; 13 – гидроцилиндр управления выпускным клапаном; 14 – дроссель; 15 – пусковой клапан; 16 – золотник управления пусковым клапаном; 17 – пламегаситель; 18 – сборник протечек масла из пневморессоры; 19 – клапан отсечки пускового воздуха; 20 – невозвратный клапан; 21 – невозвратный клапан; 22 – дроссель регулировки медленного проворачивания; 23 – клапан управления медленным проворачиванием; 24 – сервомотор реверса пусковой системы; 25 – клапан блокировки пуска с включенным валоповоротным устройством; 26 – соленоидный клапан дистанционного управления пуском вперед; 27 – соленоидный клапан дистанционного управления пуском назад; 28 – соленоидный клапан дистанционного управления пуском; 29 – соленоидный клапан дистанционного управления пуском вперед; 30 – соленоидный клапан дистанционного управления пуском назад; 31 – клапан задания скорости; 33 – рукоятка управления местного поста; 34 – рукоятка останова местного поста; 35 – кнопка аварийной останова; 36 – соленоидный клапан дистанционного останова; 37 – клапан управления реверсом; 38 – рукоятка управления топливоподачей на местном посту; 39 – устройство ручной регулировки начала впрыска; 40 – эксцентриковый вал перепускного клапана ТНВД; 41 - устройство регулировки начала впрыска в зависимости от нагрузки; 42 - эксцентриковый вал всасывающего клапана ТНВД; 43 – сервомотор реверса; 44 – кулак привода ТНВД; 45 – кулак привода выпускного клапана; 46 – насос привода выпускного клапана; 47 – манометр воздуха управления; 48 – манометр надувочного воздуха; 49 – реле защиты по падению давления охлаждающей воды цилиндров ниже 2,5 бар – снижение оборотов через 60 сек. с последующим остановом через 90 сек; 50 – предохранительные клапаны; 51 – устройство аварийного отключения ТНВД; 52 – клапан управления предпусковой и после остановочной смазкой цилиндров; 53 – реле защиты по падению давления охлаждающей воды цилиндров ниже 1,8 бар – аварийная остановка через 10 сек; 54 – реле защиты по падению давления масла в подшипниках двигателя ниже 2,3 бар (снижение оборотов через 60 сек. с последующим

остановом через 90 сек.); 55 – ресивер аварийного управляющего воздуха объемом 15л.; 56 – клапан отключения пневморессоры; 57 – ресивер аварийного управляющего воздуха объемом 15л.; 58 – гидромотор привода насоса лубрикаторов; 59 – насос цилиндрической смазки; 60 – смотровое стекло контроля расхода цилиндрического масла; 61 – вентиляционный клапан; 62 – золотник управления открытием главного пускового клапана; 63 – дренажный клапан; 64 – байпасный клапан для медленного проворачивания; 65 – лубризатор с невозвратным клапаном; 66 – аккумулятор; 67 – регулятор PGA200; 68 – клапан выбора режимов; 69 – соленоидный клапан смены на дистанционное управление; 70 – воздушный цилиндр для соединения регулятора с тягой; 71 – промежуточный регулировочный вал; 72 – пневмогидравлические аккумуляторы для облегчения пуска регулятора; 73 – указатель нагрузки; 74 – упор максимальной топливоподачи; 75 – регулировочный рычаг; 76 – упругое соединение; 77 – клапан управления расходом масла на гидропривод; 78 – соленоидный клапан защиты по предельным оборотам и дистанционной аварийной остановке; 79 – индуктивный датчик защиты по отсутствию потока масла – снижение оборотов через 90 сек; 80 – счетчик оборотов масляного насоса; 81 – шестеренчатый насос подачи масла к гидроприводу; 82 – воздухораспределитель пускового воздуха; 83 – кулачки управления пусковыми золотниками; 84 – тахометр с счетчиком оборотов двигателя; 85 – защитное устройство по направлению вращения; 86 – датчик положения индикатора нагрузки; 87 – поводковая муфта.

**6. В ДАУ отмечают контуры в процессах управления малооборотным длинноходовым двухтактным дизелем с прямой передачей на гребной винт [1-2, 7].**

Основная цель АСУ СЭУ – уменьшение трудозатрат судовой команды при эксплуатации судна с повышением безопасности при маневрировании и уменьшение загрузки оператора (Штурмана) на Мостике и освобождение Вахтенного механика от постоянного пребывания у Поста управления ГД типа - Sulzer 6RTA58, малооборотный, длинноходовый, двухтактный, с прямой передачей на гребной винт. Вид продувки – проточно-клапанная. Пуск – отдельный. Тип гребного винта – ВРШ. ДАУ фирмы Sulzer марки 6RTA58 – «электрогидравлическая с логической частью», выполненная на «элементах электроники». Исполнительная часть – гидравлического типа. Основным органом управления дизелем совмещен с машинным телеграфом.

Положение органа управления определяется сочетанием частоты и изменением нагрузки. 3 поста управления пропульсивной установкой в СЭУ: мостик, ЦПУ, местный (аварийный) пост управления МПУ. Связь между постами «электрическая» (электромагнитные клапаны и реле).

**Отмечают функции:** Пуск и автоматические попытки пуска. Реверс. Ввод двигателя в режим работы и задание программы разогрева – охлаждения. Ограничение топливоподачи. Защита двигателя от перегрузки. Поддержание режима работы двигателя. Дополнительные функции: аварийный стоп и пуск; задание по частоте вращения; установка пусковой топливоподачи при пуске; отключение пускового воздуха при достижении пусковой частоты вращения; удержание пусковой топливоподачи в течение заданного времени; ускоренное прохождение критической зоны; запрет работы в критической зоне; защита двигателя по параметрам снижения нагрузки (slow down) и - остановки двигателя (shut down); защита двигателя по пониженному давлению масла и охлаждающей воды; блокировка подачи пускового воздуха до завершения реверса распределительных органов; блокировка пуска при включенном валоповоротном устройстве; блокировка подачи топлива при вращении вала в направлении противоположном заданному.

Обращают внимание на особенности дизеля Sulzer 6RTA58: с разделным пуском; клапанный ТНВД с регулированием по началу подачи; способ пуска дизеля – сжатым воздухом; схема газообмена – прямоточно-клапанная. Отметим, что КПД винта и пропульсивный КПД возрастают при увеличении скорости судна, а также при постоянной скорости судна, при увеличении шага и одновременном уменьшении частоты вращения винта. Дизель имеет симметричный топливный кулачок и реверсируется путем разворота распределительного вала на некоторый угол, а также смещением кулачков золотникового воздухораспределителя.

**Выделяют элементы контура ПРС [7]:**

**Система пуска.** Пусковой золотник, кулачки для пускового золотника, запорный клапан пускового воздуха, обратный клапан, распределительный клапан, дренажно – контрольный клапан, пусковой клапан, предохранительный клапан, маховик запорного клапана, пусковая кнопка, блокировочный клапан для медленного проворачивания, распределительный клапан, регулируемый дроссель, обратный клапан, пусковой клапан (ДАУ), пусковой клапан (ЦПУ), внезапный маневр (ЦПУ), кнопочный выключатель для сигнализации «внезапный маневр».

**Система реверсирования.** Реверсивный серводвигатель, реверсивный золотник, рукоятка реверсирования, рукоятка реверсирования (ЦПУ), двухпозиционный цилиндр, реверсивный двигатель для управления запуском, блокировка рукоятки реверсирования 5.04 в случае включения заднего хода, коммутационный контакт для возврата к нулевому положению, если рукоятка реверсирования 5.04 находится в положении «Стоп».

**«Канал управления»** – цепь последовательно преобразующих и усиливающих устройств, воспринимающих и усиливающих устройств, воспринимающих входной сигнал того же функционального назначения. Отметим в РПС три канала: пуска, реверса, управления частотой вращения (топливоподачей), переключения постов. Этот канал начинается с пусковой кнопки 2.12, которая соединена с пусковыми клапанами 2.21 (установка ДАУ) и 2.22 (ЦПУ). Пусковой воздух из пусковых баллонов 9.01 давлением 3 МПа поступает к главному пусковому клапану 2.03, откуда он идет через пламегаситель 2.08 к пусковым клапанам цилиндров двигателя.

Из выполненных практических и лабораторных работ [1-2] необходимо учитывать опыт: «...Изучения канала Пуска (таблица 1).

**Канал управления частотой вращения** начинается с топливной рукоятки 3.12, повернув которую, во-первых, устанавливаем указатель нагрузки в нужное положение, а во-вторых регулируем требуемое начало впрыска (3.07, 3.08) топлива через систему рычагов. Одновременно с этим поворачивается промежуточный регулировочный вал 3.09, который в свою очередь, перемещает «поршеньек цилиндра» соединения регулятора с тягой. С другой стороны, в этот цилиндр подводится воздух через клапан 53НС из магистрали питания воздухом управления. Перемещением топливной рукоятки воздействуем на клапан 31НС, который подает воздух управления к клапану 24С (линия 604) включения вспомогательного управления. Далее, по линии 603 воздух подается на клапан 53НА, тем самым вводя в действие серводвигатель останова и упор максимальной подачи топлива для защиты двигателя от перегрузки. После запуска ГД регулятор берет на себя управление топливной тягой всех ТНВД и регулирует количество подаваемого в цилиндры топлива путем перемещения поршенька цилиндра 3.10.

**7. В проектах выделяют каналы управления дизелем [7].**

**Реверсирование и запуск в направлении «Вперед».** Для этого выключатель в пульте управления должен быть включен на положение «Винт фиксированного шага», причем следует проверить, установлен ли действительно гребной винт регулируемого шага на «Полный вперед» (и при необходимости установить). Как только кнопочный выключатель 10.02 (266НА) включится и самоудерживающийся клапан 88НА срабатывает, через соединительный патрубок 10/2 двухпозиционный цилиндр 5.05 нагружается давлением кран переключения 10.01 при условии, если рукоятка реверсирования 5.04 перестановлена в положение «Вперед». Двухпозиционный цилиндр переставливает реверсивный золотник 5.02 и вместе с ним и рукоятку реверсирования 5.03 в положение «Вперед. Масло давлением до 1,6 МПа течет к реверсивному серводвигателю для управления запуском 5.06 и к реверсивным серводвигателям топливных насосов 5.01 и поворачивает их в желаемое положение. Одновременно через клапан 31НВ удаляется воздух из линии 605 и, тем самым отменяется блокировка останова со вспомогательного маневрового поста. Сверх того, через клапан 53НН сигнализируется ящику органов управления положения «Вперед» реверсивного золотника 5.02 и клапан 23В, деблокирующий блокировку запуска для направления «Вперед», включается. Как только реверсивный серводвигатель для управления запуском 5.06 занял конечное положение, включается клапан 53НЕ.

Из выполненных практических и лабораторных работ необходимо учитывать опыт: «...Изучения канала управления частотой вращения (таблица 3).

**Реверсирование и запуск в направлении «Назад».** Для этого выключатель в пульте управления должен находиться в положении «Винт фиксированного шага». Реверсирование и запуск в направлении «Назад» возможны только в том случае, если гребной винт не установлен на шаг заднего хода. Процесс управления проходит аналогично процессу

**«Реверсирование и запуск в направлении «Вперед»**, причем возбуждаются соответствующие линии и приборы обратного ответвления. После вызова сигнала рукояткой реверсирования 5.04 через соединение 9/1 в кране переключения 10.01 он передается на двухпозиционный цилиндр 5.05 через линию 201 и этим вызывается проворачивание реверсивного золотника 5.02. Через клапан 53НГ осуществляется исполнительная сигнализация через линию 202 и нагружается давлением клапан 23А. Тем самым, в том случае, если система управления запуском (линия 401)

занимает концевое положение и клапан 30А в результате этого возбуждается, а реверсивные серводвигатели тоже занимают концевое положение при правильном направлении вращения, деблокируется впрыск топлива.

**В проектах выделяют элементы каналов в ДАУ и РПС [7].** Из выполненных практических и лабораторных работ необходимо учитывать опыт: «...Изучения: Сигналов в каналах ДАУ и РПС, Условных обозначений промежуточных каналов, Условных обозначений выходных каналов (таблицы 4, 5,6).

**8. В проектах отмечают опыт изучения ДАУ - FАНМ-2-5 (для ДАУ и РПУ)** шведской фирмы Юнгнер, которые устанавливались на судах типа Новгород для двигателей типа RD фирмы Зульцер и автоматизировали процессы: Пуска, Реверса и изменения режимов из Поста управления (рулевой рубки) с помощью Ручки (машинного телеграфа(МТ) [1-2,7].

FАНМ-2-5 реализованы на базе: электромагнитных реле «Кунке», сельсинов, электронных схем сравнения (детекторы), электромоторных реле времени, электропневмопреобразователей (электромагнитные клапаны) и датчиков конечного положения (электрические и магнитные типа - герконы), датчиков частоты вращения (тахогенераторы), исполнительных механизмов (пневматические поршневые на основе сервомоторов).

FАНМ-2-5 используют трехфазное напряжение, 380 В переменного тока и однофазное 220 В, которое преобразуется в напряжение 24 В постоянного тока для питания электромагнитных реле.

FАНМ-2-5 устанавливались в центральном и местном Постах управления судном с исполнительными измерительными и регулирующими агрегатами в машинном отделении и автоматизировал процессы: реверсирования двигателя; пусков нормальный и экстренный с контролем времени на пуске, повторение пусков до трех и изменение в подаче топлива при третьей попытке пуска; в случае неудачного пуска срабатывает аварийная сигнализация, ввод в режим полного хода по одной из трех программ: нормальной, экстренной или замедленной; аварийное управление (остановка или работа); поддержание постоянной частоты вращения двигателя; другие вспомогательные функции (сигнализация о перегрузке двигателя, повышение устойчивости работы двигателя с регулятором на малых ходах - предотвращение случайной остановки,



передача управления с мостика в центральный пост и обратно, сигнализация и самоконтроль работы системы).

**В проектах выделяли элементы ДАУ и РПС** фирмы Norcontrol для **малооборотного судового дизеля** фирмы Бурмейстер и Вайн десятой модификации: винт с регулируемым или фиксированным шагом; судно неограниченного плавания; элементы для автоматизации – «электронно-пневматические»; всережимный регулятор частоты вращения главного двигателя; задатчики частоты вращения дизеля; функции: Пуска, Реверса и Защиты реализованы на электрических и электронных элементах с соблюдением блокировок; Режим эксплуатации дизеля задается из Поста в Рулевой рубке перемещением Рукоятки управления (совмещена с машинным Телеграфом) без выдержки времени в промежуточном положении; интервал времени Реверса дизеля (от момента Перекладки Рукоятки управления до начала Устойчивой работы дизеля на топливе в заданном направлении) на Малом ходу судна (без учета инерции судна) до 15 сек; настраиваемая Выдержка времени на подачу Пускового воздуха до 15 сек; в ДАУ и РПС интегрирован контур аварийного управления (электropневматические 84,86,88,90 и пневматические клапаны типа ИЛИ - 85, 87,89, 91).

**Комплекс имеет Аварийный пост управления**, расположенный на двигателе. Отметим операции перевода управления на Местный (Аварийный) пост: Маховиком 41 на Местном посту переводим муфту из положения “REMOUTE” в положение “EMERGENCY” – производим Отключение Пневмоактюатора-Сервомотора электронного регулятора от тяг и рычагов управления ТНВД и Подключение маховика винтового механизма управления тягами для прямого механического воздействия на Рейку ТНВД. Рукоятку клапана 100 – Переключателя Постов управления переводим в положение “EMERGENCY”. При этом подводится Пусковой воздух к клапанам - Задатчикам Пуска и Остановка - 101 и 102. Роль Телеграфа на Аварийном посту выполняет Ручка, совмещенная с ручкой Реверса и его задатчиком - клапан 105.

**9. Опыт внедрения в АСУ СЭУ - AutoChief ®C20** для судовых двигателей серии МС фирмы MAN B&W в установках с винтом регулируемого шага [1-3].

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.

**В проектах надо выделить:** датчики оборотов двигателя, модули RPMD, ECU (опция), RDO-16, RAI-16, MEI, ESU, PSO-P, электропривод (Актуатор). **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 фотоэлементом (LSR).

**Кнопки со светодиодами на АСР:** Отмена аварийной остановки/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).

**Графический интерфейс пользователя (GUI)** – дополнение к программному обеспечению для объединения компонент и возможностей регулятора и системы защиты.

**Видимый графический интерфейс** сопровождается своим Меню и сопровождается графическими элементами («Профилями»), которые используются для коммуникации с основной программой и упрощают взаимодействие оператора с системами.

**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: 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.

**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).

**Модули 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.

**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.

**Модуль Интерфейса Главного Двигателя (MEI)** оснащен несколькими типами цифровых и аналоговых входных/выходных каналов и оборудован для подключения к CAN.

**Все Параметры и Профили задаются в ESU** Поставщиком двигателя. В ESU используются цифровые входные и выходные каналы. ESU оборудован интерфейсом для CAN.

**Модуль электронного регулятора (DGU)** управляет частотой вращения двигателя. Необходимая Уставка частоты вращения задается

или с АСР или Рукояткой управления и DGU поддерживает установленные обороты двигателя.

**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.

**Распределительный модуль частоты вращения двигателя (RPMD)** состоит из 2-х модулей RPME. Модуль предназначен для измерения частоты вращения двигателя, используя 2 модуля RPME. Каждый модуль RPME имеет 2 входных канала для подключения таходатчиков, 1 релейный выход, 1 выход на соленоиды, двоянный CAN и 1 порт для RS422/485.

**Отметим функции и характеристики RPMD:** 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.

**Аналоговый входной модуль (RAi-16)** поддерживает большую часть каналов для сигналов от систем, 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 двоянный CAN.

**Цифровой модуль (RDo-16)** – охватывает выходные сигналы морских автоматизированных систем. Для него необходимо питание 24VDC.

**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 привода 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 привода 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 позициях: Dead Slow (Самый Малый ход), то будет поступать 0% топлива, Nav Full (Самый Полный Вперед), то будет поступать 100% топлива, независимо от оборотов двигателя.

**«Мертвая Зона»** – уменьшает движение привода. Обороты «мертвой зоны» устанавливаются параметрами, по умолчанию - 2 об/мин ( $\pm 2$  об/мин). Во время Нормальной работы система контроля скорости будет использовать в этой области уменьшенный коэффициент усиления, приводящий к Замедлению работы регулятора в приводе при «колебаниях» оборотов меньше, чем  $\pm 2$  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 АСР.

**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 Аварийный Останов (1 – 6)** – активированы какие-либо датчики аварийного останова 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 аварийного останова:** Аварийный останов 1 (установлена на разнос - overspeed); Аварийный останов 2-6 (определяется конкретным проектом); Заказная Аварийный останов 1-5 (определяется конкретным проектом); Входные сигналы датчиков могут быть цифровыми (вкл/выкл) или аналоговыми;

**Сигналы аварийного останова могут быть двух типов:** отменяемые и неотменяемые. Неотменяемые аварийные остановы немедленно останавливают двигатель.

**Отменяемый Аварийный Останов** - в течение времени предварительного предупреждения имеется возможность отменить аварийный останов. Для отменяемых аварийных остановов предусмотрена задержка по времени. Время задержки может быть отрегулировано индивидуально для каждого датчика. Индикация будет отражена на LCD в 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 модуле аварийного поста (установлен на двигателе). Соленоидный клапан аварийного останова активируется непосредственно через модуль 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

кнопкок Аварийного стопа была активирована. **Аварийный стоп может быть активирован** из всех Постов управления в любое время, независимо от Позиции Управления. Аварийный стоп отключается, если нажать кнопку еще один раз.

**Аварийный останов при разное** - определяется системой 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 аварийного останова в ESU для активации соленоидного клапана аварийного стопа. Система определения RPM при помощи двойной CAN подаст команду аварийного останова 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: с ЦПУ (автоматически при помощи регулятора или вручную оператором); с Местного Поста управления (вручную при помощи местного устройства регулирования скорости).

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

**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 привода:** 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, Аварийный Останов, Превышение скорости (разнос) и аварийный стоп от системы защиты** – посылаются через CAN на регулятор, который устанавливает топливный привод 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 цилиндровой 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 «Аварийного Останов» (Cancel SHD)** – во время нормальной работы появится сообщение об Аварийном Останове. Оно появится, независимо от того, отменяемая Аварийный Останов или нет.

Если он отменяемая и требуется поддержание скорости судна, то следуйте инструкции. Между обнаружением и активацией Аварийного Останова всегда имеется временная задержка. Аварийный Остано должен быть отменен до начала активации.

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

**Активация «Отмены аварийного останова»** 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 поддержание скорости судна, то 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).

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

**Подтверждение аварии (Alarm Ack):** 1. Нажмите кнопку «Подтверждение аварии» (Alarm Ack) на ACP. 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): Выберите окно «Limiters». 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 RPM** - нажмите сенсорную клавишу «RPM Simulate».

1. Имейте в виду, что система управления «пропульсией» будет использовать «условные» RPM для ссылок. 2. Для включения условных значений для 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.

**10. КТС в судовой мехатронике для АСУ СЭУ** в части автоматизации процессов: наблюдения, изменения настроек, выбора и переключения программ, определения очередности включения резервов в системе для дизелей типа RT Flex [1-3]. Следует выделить новые элементы бортовых 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; «AutoSafe» 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-сетевого управления: AutoChief C20, DataChief C20 и WECS-9520. Первые две - Kongsberg Maritime C20 Automation System. WECS-9520 разработала Engine Management & Automation (EMA) для двигателей Sulzer RT flex.

**В проектах необходимо уделить внимание возможностям для визуализации процессов** через Панели управления местных постов (MCP). Одна из панелей расположена в ЦПУ, вторая - на местном посту управления в модуле 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 воздухоудовками.

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

Модуль «зональной» защиты CAN по линии (PSS). В CAN используется витая пара и обе линии подвержены короткому замыканию и сбоям от не «зарытых» процессов.

**WECS-9520** – система контроля, управления и оптимизации работы главного двигателя оснащена 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» внедрены:** насосы впрыска топлива типа «Bosch»; общая топливная магистраль (поддерживается давление топлива ~100МПа); узел контроля впрыска (гидравлическое устройство; общая магистраль масла (питаемая двумя плунжерными насосами в 6-7 цилиндровом двигателе, давление масла ~20МПа); все функции контролируются и управляются через WECS - 9520 через модули (FCM-20), расположенные на цилиндрах и управляемые через SIB. При частоте вращения двигателя 10 -15 оборотов в минуту, работает одна форсунка цилиндра (с переключением на очередную форсунку через каждые несколько десятков секунд). При большой нагрузке работают все три форсунки и 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.

**Модуль подачи топлива и масла гидропривода (Supply Unit)** служит для поддержания давлений топлива и масла гидропривода в магистралях высокого давления и расположен на подвесной платформе и состоит из 4 (количество зависит от размеров двигателя) топливных

насосов высокого давления, поддерживающих давление в **Промежуточном Аккумуляторе** (Intermediate Accumulator) на уровне от 700 до 1000 бар.

**Топливные насосы управляются Актуаторами** через топливные рейки. Топливные насосы расположены V-образно и оба ряда работают независимо (если выходит из строя один из насосов, то его работу восполняют другие). На модуле подачи располагаются насосы масла гидропривода, 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 давление 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 цилиндрических крышек и выполняют функцию аккумуляторов топлива и масла, а также для смягчения скачков давления от насосов и после завершения работы элементов управления. На Rail Unit размещены основные компоненты системы управления: 1. Сервопривод выхлопного клапана. 2. Модуль управления впрыском. 3. «Возвратка» масла систем управления и гидропривода. 4. Магистраль высокого давления масла системы управления. 5. Магистраль высокого давления масла гидропривода. 6. Магистраль высокого давления топливоподдачи.

**Модуль управления впрыском (Injection control unit ICU)** подает на форсунки топливо из магистрали высокого давления отдельно для каждого цилиндра. Модуль 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 модулях 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» клапаны, 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, клапаны 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.

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

**Управление пусковыми клапанами** не имеет специфических элементов.

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

**Модуль питания (E85)** служит для обеспечения всех модулей бесперебойным питанием по двум независимым линиям 24В постоянного тока. Шина интерфейса/модуль 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 модулей. В E-90 расположен запасной модуль управления FCM-20, находящийся на связи и готовый в случае выхода из строя одного из модулей, контролирующих заменить его, т.к. постоянно получает

обновлённую информацию и программное обеспечение как все остальные, находящиеся в рабочем режиме.

**Модуль детекторов положения коленчатого вала Crank Angle Unit (CA)** необходим для работы модулей 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 FCM-20 (считывает импульсы по шинам тактовой частоты и SSI). Два FCM-20 – основные в управлении шиной тактовой частоты. FCM-20 №1 посылает импульсы на датчик №1 и сигнал на остальные модули по шине №1, а FCM-20 №6 посылает пульсы на датчик №2 и сигнал на остальные модули 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 модуль управления** - Flex Control Module 20 (FCM-20). В систему контроля WECS-9520 встроены микропроцессоры в модули - FCM-20. В системе отсутствует единый компьютер и всё управление реализовано на ряде FCM-20, расположенных на каждом цилиндре и в шкафу E-95.1-6. Запасной модуль расположен в шкафу E-90 и находится на связи с остальными модулями 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/кабели управления магистральными клапанами, линии низкого напряжения (более чувствительные)/информационные линии или линии подключения датчиков. В верхней левой части модуля расположены клеммы для подключения линий высокого напряжения (с высоким уровнем



шума – силовые) и 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. Модуль питания 24 В. В нижней правой части модуля 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.

**Все функции общего управления** распределены между 5 модулями 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 модуль необходимо заменить 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 модулей 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 модулями управления FCM-20 №3,4 и двумя трансмиттерами давления. При выходе из строя или значительной разнице в показаниях трансмиттеров 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, модуль насоса для

вышедшего из строя актуатора в ручную будет установлен 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 модулями 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 датчиков давления на модули управления FCM-20 №1,2. При выходе из строя или значительной разнице в показаниях датчиков давления будет подана сигнализация о неисправности. Управление и контроль над давлением масла системы управления. Два насоса управляющего масла контролируются модулями управления FCM-20 №3,4. На нагрузке менее 50 % работают оба насоса для обеспечения безопасности. Система контролируется, получая данные с датчика давления на модуль управления FCM-20 №5. При выходе из строя датчика давления будет подана сигнализация о неисправности. Управление и контроль пусковой системой. Открытие ГПК осуществляется двумя «соленоидными» клапанами, управляемыми 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 - прямые функции контроля и управления работой цилиндра. Каждый FCM-20 отвечает непосредственно за один цилиндр.

**Канал пуска.** Управление открытием и закрытием пусковым клапаном осуществляется с помощью соленоидного клапана,

контролируемого модулем управления. Углом: открытия – 0 и 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 клапаны ("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 модуль 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 модуль управления рассчитывает угол начала подачи топлива, количество подаваемого топлива и количество форсунок, которые будут применены. Процесс подачи топлива осуществляется FCM-20. Подаётся сигнал на соленоидные клапаны, после их переключки в положение «впрыск» масло управления под давлением активизирует клапаны 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 клапаны «нет впрыска», убирается давление масла управления, клапаны 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 давлению, 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 модулем защиты ESU и с модулем цифрового регулятора частоты вращения DGU. Дублирование магистралей позволяет обеспечить надёжность и безопасность бортовой сети управления дизелем.

Обмен данными между FCM-20, датчиками и элементами управления (приводами, насосами и т.д.) осуществляется по магистралям и дублируется наличием внутренних резервных модулей. FCM-20 между собой соединены магистралью, которая продублирована и подключена к запасному модулю. Датчики положения коленчатого вала соединены только с модулями FCM-20 магистралями тактовой частоты и SSI. Обе магистрали продублированы. Для обеспечения связи и обмена данными необходим модуль, 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 модуля защиты ESU, модуля управления главным двигателем ME I/C и модуля обмена данными главного двигателя MEI, модуля E-25, в состав которого входит система управления частотой вращения главного двигателя DGU. С другой стороны осуществляется связь с модулями 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.

**11. Внимание дизелям из серии ME**, в которых компания «MAN B&W» отказалась от распределительного вала с приводом и ввела «мехатронное управление» процессами: топливоподдачи, пуска и реверсирования двигателя, выхлопным клапаном и смазкой цилиндров 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 цилиндровой 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 модулям. На каждом цилиндре установлено по одному модулю. Гидравлический модуль состоит из усилителя давления впрыска топлива и гидропривода выхлопного клапана. Отметим, что на гидравлическом модуле установлен модуль 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 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.

**Измерения в контуре обратной связи в FIVA.** Импульс тока через катушку в FIVA мгновенно переключает в позицию открытия выпускной клапан в ряде режимов: Нет обратного сигнала в FIVA по цепи 4-20 mA. Обратный сигнал от FIVA указывает на слишком высокую скорость (не реализуется в проекте). Обратный сигнал от FIVA указывает на не допустимую позицию в рамках диапазона вблизи BMT. FIVA main spool movement (Рабочий ход главного золотника в FIVA). Crankshaft related

control processes, FIVA valve feed-back signal supervision (Процесс топливоподачи по сигналам: положения коленчатого вала и состояния клапана в FIVA). Информация о положении топливного бустера формируется независимо от информации о состоянии контура обратной связи в FIVA).

**Контроль в контуре обратной связи в FIVA.** Импульс тока через катушку в FIVA мгновенно переключает золотник в позицию открытия выпускного клапана. Импульс тока через катушку в FIVA мгновенно переключает в позицию открытия выпускной клапан в случае, если Обратный сигнал в контуре топливного бустера указывает, что топливный бустер не занял полную позицию для возврата во время такта сжатия. Plunger position and new upper limit (Позиция плунжера для новая верхняя граница). Crankshaft related control processes, FIVA valve feed-back signal supervision (Процесс топливоподачи по сигналам об обнаружении отказа: FIVA получает команду о безопасном положении - Положение открытия FIVA: Останов дальнейшей работы FIVA для случаев: Slow down, Alarm и Разблокирование FIVA возможно только в ручном режиме через MOP. FIVA main spool movement (Главное положение золотника в FIVA).

**Элементы гидравлического модуля** (Operator's Manual for Curtiss - Wright Hydraulic Valve FIVA Curtiss-Wright). Компоненты FIVA: Coupling housing (Корпус муфты). Pilot spool («Пуля топлива»). Main housing («Силовой» корпус). Coupling (Муфта). Main spool (Главный золотник). Linear motor («Линейный сервопривод»). Components of the FIVA valve (Элементы FIVA). Основные функции: FIVA- Формирователь «пуль топлива» высокого давления. «Линейный сервопривод» отжимает золотник с помощью соленоида внутри FIVA для формирования «пули топлива» с контролем перемещения золотника через датчик. Микроконтроллер преобразует сигнал - позиции LVDT (4-20 mA) и через усилитель формирует импульса тока в соленоид. Отметим параметры: Максимальное рабочее давление - 250 bar. Минимальное рабочее давление - 155 bar. Максимальное давление - 300bar. Номинальный поток - 1000 L/min (FIVA 1), 2000 L/min. Напряжение питания на линейном моторе - 24v. Тип масла - Hydraulic fluid HL в соответствии с DIN 51524 – Part1. Hydraulic fluid HL в соответствии с DIN 51524 – Part 2. Или похожее hydraulic fluid другого такого же качества. Требования к маслу: обычная вязкость должна быть  $85 \text{ mm}^2/\text{s}$  при 45°C. Максимально разрешенная

вязкость масла -  $380 \text{ mm}^2/\text{s}$ . Отметим требования по чистоте к маслу - ISO 4406, Code - / 15 / 13. Рабочая температура в диапазоне:  $+5^\circ\text{C} - +70^\circ\text{C}$ . Температура хранения в диапазоне:  $-25^\circ\text{C} 0 - +70^\circ\text{C}$ . Рабочая температура масла в диапазоне:  $+5^\circ\text{C} - +70^\circ\text{C}$ . Температура окружающей среды  $\sim 45^\circ\text{C}$ .

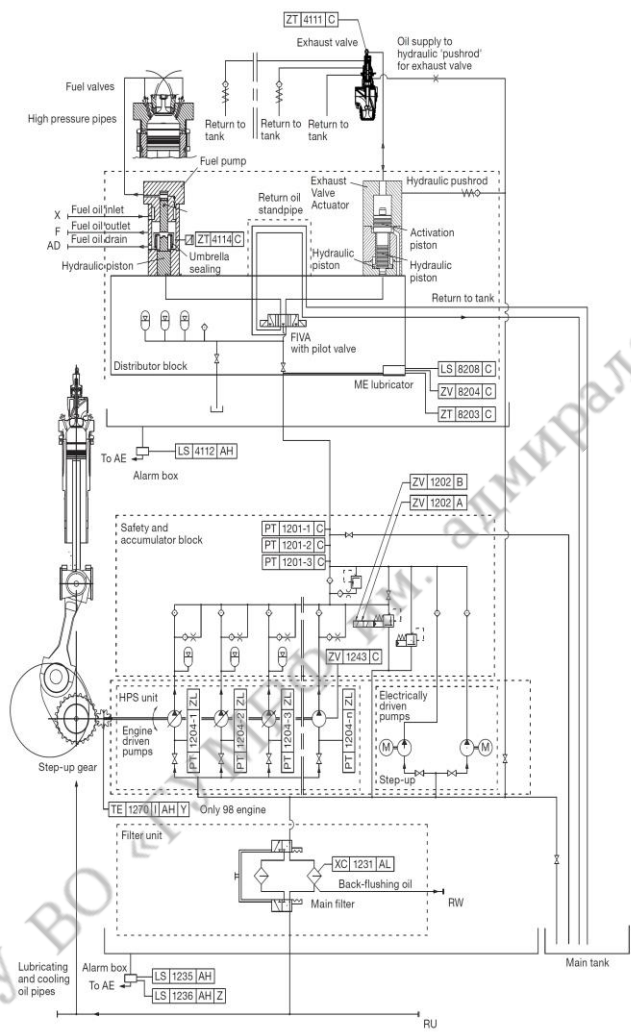
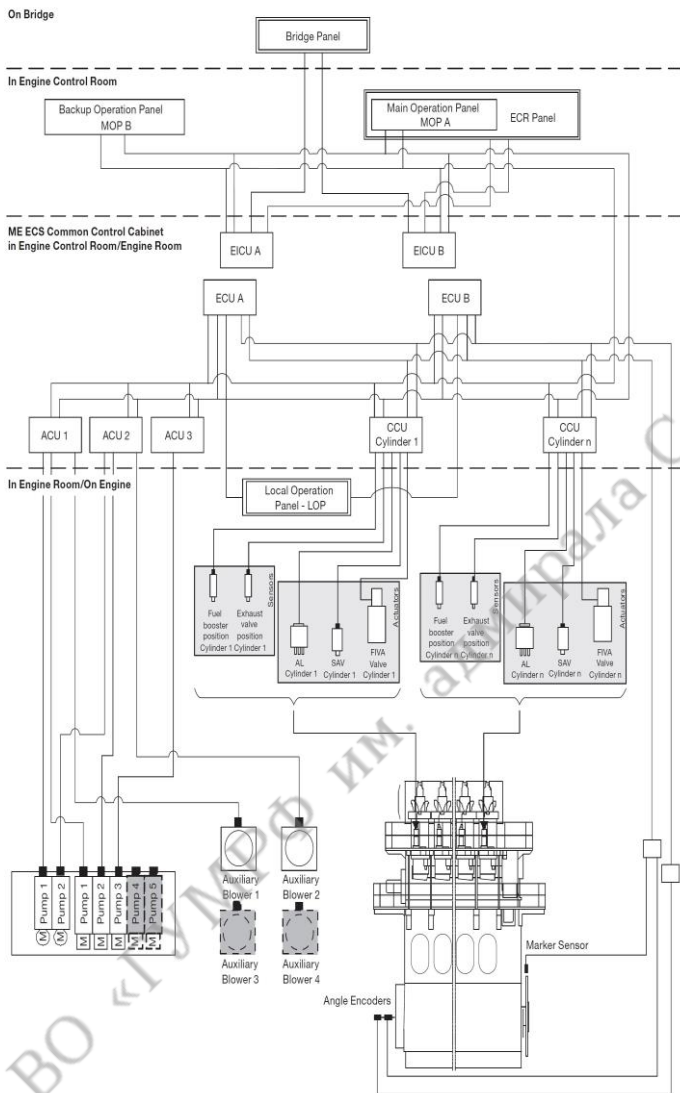


Рисунок 17 - Переход к группе манифолдов с FIVA в ME





17861 76-01

Рисунок 18 – Элементы модулей для управления в МЕ

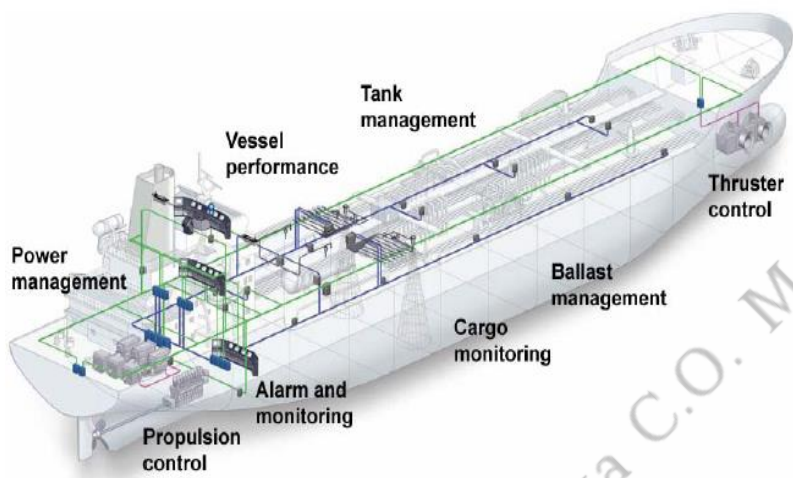


Рисунок 19 – Бортовые сети на танкере

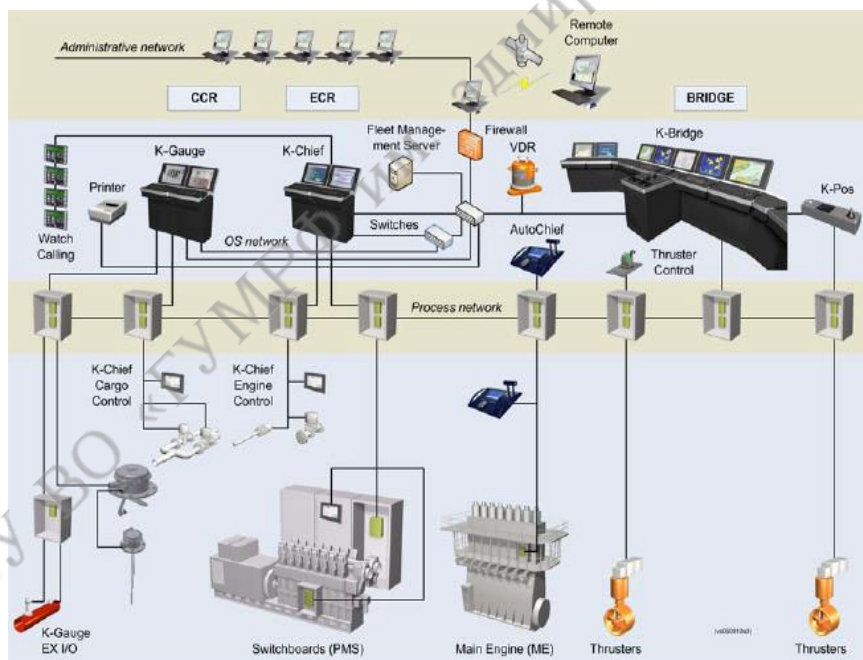


Рисунок 20 – Бортовые сети в АСУ

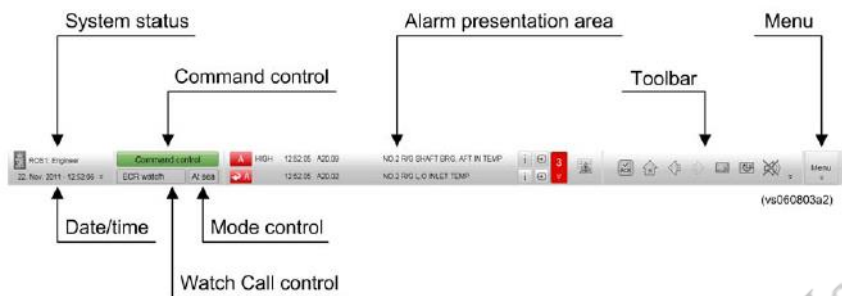


Рисунок 21 – Иерархия меню на панелях бортовых станций в АСУ СЭУ

**12. Внимание к преемственности АСУ СЭУ и автотранспортных сетей (NT) для управления процессами:** - Special Equipment of Logical Management of Signals (SELMs); Converter of Signals (CS), Transceiver of a Signal of Satellite Management (TSSM), Transmitter of Global Positioning System (TGPS); Wireless Radio Transmitter (WRT)[1-7].

**Серверное управление обеспечивают подсистемы:** BC (Bort Computer) - Бортовой компьютер с диагностическим портом (Diagnostic port); DSC (Dynamic Stability Control) - Система динамической устойчивости; DME (Digital Motor Electronics) - Электронная система управления двигателем; ESP (Electronic Stability Program) - Система поддержания динамической стабильности; ABS (Anti-locking Brake System) - Антиблокировочная система тормозов; DWA (Diebstahlwarnanlage) - Система противоугонной сигнализации; ATM (Automatic Transmission Modul) - Блок управления автоматической коробкой передач; BM (Brake Modul) - Блок управления тормозной системой; PDC(Park Distance Control) - Система контроля дистанции; DD (Dynamic Drive) - Система уменьшения крена кузова при повороте; ETS (Electronic Traction Support) - Электронное управление тягой; EPB (Electronic Parking Brake)- Электронный парковочный тормоз; CBC (Cornering Brake Control) - Система торможения колес при прохождении поворотов; TDI (Tire Display Injury) - Индикация повреждения шин; DTS (Dynamic Traction System) - Система динамического контроля тяги; AFS (Active Front Steering) - Активное рулевое управление; EDC (Elektronische Daempfer Control) - Электронный регулятор жесткости амортизаторов; EBV (Elektronische Bremskraftverteilung) - Электронное распределение силы торможения; RDC (Reifendruck-Control) - Контроль давления в шинах автомобиля; CON (Controller iDrive) - Контроллер управления (джойстик) iDrive; NAV

(Navigation) - Навигационная система; COND (Conditioner) –Кондиционер; Combi - Комбинация приборов; DVD (Digital Video Disk Changer) - DVD-чейнджер (проигрыватель DVD дисков); AUM (Audio Modul) – Аудиомодуль; HUD (Head-up Display) - Проекционный дисплей; Display (Display iDrive) - Информационный дисплей iDrive; SWM (Steering Wheel Modul) - Модуль мультифункционального рулевого колеса; PM (Phone Modul) - Модуль телефона; ACC (Adaptive Cruise Control) - Система круиз-контроля; LM (Light Modul) Световой модуль; ISIS (Integrate System Information Safety) - Интегрированная система безопасности; SRS (Supplemental Restraint System (Airbag)) - Дополнительная система ограничения (подушка безопасности); S (Sensor) краш-сенсор - Датчик столкновения; DDM (Driver Door Modul) - Модуль двери водителя; PDM (Passenger Door Modul) - Модуль двери пассажира; PLDM (Postern Left Door Modul) - Модуль задней левой двери; PRDM (Postern Right Door Modul) - Модуль задней правой двери; DSM (Driver Seat Modul) - Модуль сидения водителя; PSM (Passenger Seat Modul) - Модуль сидения пассажира; PLSM (Postern Left Seat Modul) - Модуль заднего левого сидения; PRSM (Postern Right Seat Modul) - Модуль заднего правого сидения; RM (Roof Modul) - Модуль управления крышей автомобиля (для кабриолета); RVMM (Rear-view mirrors Modul) - Модуль управления зеркалами заднего вида; HM (Hatch Modul) - Модуль подъемно-сдвижного люка; CLM (Central Lock Modul) - Модуль центрального замка.

**Серверное управление стимулирует совершенствование технологий:** (x-by-wire и drive-by-wire ): FlexRay, Time Triggered Protocol (TTP), Media Oriented Systems Transport (MOST) и ByteFlight, Controller Area Network (CAN). FlexRay (скорость до 10 Мбит/с) совершенствуют BMW (Bayerische Motoren Werke AG), DaimlerChrysler, Motorola, Philips, Bosch GmbH, General Motors, Atmel, C&S Group, Fujitsu, Hella, Mitsubishi Electric, NEC, Renesas, STMicroelectronics, Texas Instruments, TRW, Visteon.

**Media Oriented Systems Transport (MOST)** на основе волоконно-оптической технологии со скоростью передачи до 25 Мбит/с, IEEE 1394 (FireWire, i-Link) - технология высокоскоростной передачи между компьютером и другими электронными устройствами.

**В Automotive Multimedia Interface Consortium (AMIC)** входят: BMW, DaimlerChrysler, Ford, Fiat, General Motors, Honda, Mitsubishi, Nissan, PSA/Peugeot - Citroen, Renault, Toyota и Volkswagen для

совершенствования: IDB-C (Intelligent transportation systems Data Bus-CAN), MOST (Media Oriented Systems Transport), а также IEEE 1394.

**iDrive BMW; COMMAND Mercedes** открыли новые возможности управления серверами через мультименю с наглядным отображением важнейшей информации. Мониторинговая система Head-Up Display проецирует скорость, навигационные метки, показания самодиагностики Check Control на ветровое стекло, обеспечивая оптимальную видимость этой информации для водителя. Дополнительно индикатор может быть настроен на отображение выбранной в данный момент передачи секвентальной механической коробки передач (SMG), показ числа оборотов двигателя и индикацию оптимального момента для переключения передачи. Проектор отображает параметры на стекле. Информация считывается с дисплея независимо от условий освещения, а водителю не приходится отрывать взгляд от дороги. iDrive: интерактивная; интеллектуальная; инновационная; интуитивная; интеграционная; информационная; im Zentrum (центральная). На рычаги и переключатели выведены только самые необходимые функции - все остальное управляется, настраивается и регулируется через iDrive. Водитель получает информацию от системы на цветной жидкокристаллический дисплей, встроенный в переднюю панель автомобиля, а отдает команды бортовым компьютерам с помощью специального джойстика: нажимать, наклонять в восьми направлениях и вращать. Джойстик обладает силовой обратной связью и облегчает использование системы. В iDrive использована Windows CE1. Функции меню системы iDrive: Klima; Assist; Kommunikation; Short Message Service (SMS); Bord Daten; Navigation ; GPS; Hilfe. Выдаёт справку по выбранной функции основного меню системы.

**diDrive** – «Автомобиль на ладони» - дистанционное управление системами. Дополнительно обеспечивается контроль технического и физического состояния: получение полной информации об автомобиле. От диагностической системы автомобиля будет поступать информация об исправности его систем, состояния программного обеспечения, выполняться анализ и автоматическая корректировка ошибок электронных блоков систем автомобиля без посещения станции технического обслуживания. Система сигнализации реализует получение информации в режиме реального времени на дисплей пульта управления при попытке угона, перемещения автомобиля, вскрытия салона.

**Графический интерфейс системы с функцией «подсознательного» управления** основан на объектно– ориентированном программировании и отображает заставку при включении системы (приветствие владельца, ввод пароля для активации системы), меню и подменю системы, пиктограммы, клавиши, текст, изображения. Подменю отображает следующие основные функции.

**Дистанционные процессы iDrive:** установка климата; определение местонахождения автомобиля и водителя относительно друг друга; получение информации от службы Assist; установка параметров; подготовка систем развлечения (радио, аудиосистема, DVD – TV); получение справки по функциям меню; получение информации о бортовых данных; доступ к коммуникациям (телефонная книга, беспроводной Internet и электронная почта).

**Программирование diDrive** построено на шаблонах поведения систем автомобиля из уже отработанных подпрограмм управления.

**13. Освоение среды In Control [1-6]** для систем управления в реальном времени, поддерживающей технологии OLE Automation и ODX в соответствии с МЭК 1131-3. В рамках In Control в учебный процесс внедрены языки: релейных лестничных диаграмм (RLL), последовательных функциональных схем (SFC), структурированного текста (STL), управления перемещениями - Monitor Control Language.

Менеджер Проекта/Задач упрощает организацию приложений по Проектам, просмотр и редактирование всех Программ в рамках проекта и присваивает Приоритеты задачам. Менеджер Проектов/Задач конфигурирует Объекты ввода/вывода и Объекты ActivX.

Важно в среде InControl изучать бортовые интерфейсы: Profibus, CAN, Device-Net, Interbus-S, SDS и др. InControl интегрируется с компонентами Microsoft BackOffice Suite. (Microsoft SQL Server, Windows NT Server, Management Server, SNA Server, Mail Server).

В учебный процесс надо внедрять среды: GraphWorX32, TrendWorX32, AlarmWorX32, Script WorX32, WebHMI, Data WorX32, Библиотеку символов Symbols32 Library, ActivX ToolBox, AlarmWorX32 Multimedia, OPC ToolWorX, ActivX ToolWorX.

**Виртуальные каналы для управления [1-6]** совершенствуем на базе Windows Control Center (WinCC) Microsoft. WinCC User Administrator устанавливает и контролирует полномочия рабочих мест как во время конфигурирования системы так и в режиме исполнения. Можно во время

работы системы исполнения, определить до 128 групп мест, каждая из которых содержит до 128 пользователей, и назначить им права доступа к функциям WinCC. WinCC Graphic Designer использован для создания кадров изображений, используемых для визуализации процесса и управления установкой. WinCC/Audit устанавливает контроль значений, вводимых оператором и передаваемых процессу, а также защиту архивов и самой системы путем блокирования ее в случае несанкционированного доступа. WinCC записывает вводимые значения переменных вместе с датой, временем, именем пользователя и сравнительными характеристиками между старым и новым значением. Сообщения архивируются в базу данных Microsoft SQL Server. Применение сжатия без потерь уменьшает размер требуемой памяти. В WinCC конфигурируем до 512 архивных переменных. Powerpack увеличивает количество тегов до 80,000. Протоколы WinCC содержат данные из баз и внешние данные в формате - Comma separated variable (CSV) – переменные, разделенные запятой в виде таблицы или графика кривой. Для отображения данных из других приложений в виде таблицы или в графическом виде применяем ряд форм на базе Report Provider (Составитель отчетов). WinCC Graphics Designer конфигурирует до 32 слоев кадров. Можно скрыть отдельные слои для того, чтобы изображение было понятным. Возможно изменение свойств группы объектов одновременно. Автоматически копируются соответствующие связи этих объектов с тегами. Для оптимизации переключения, т.е. подключения объекта к другому тегу, предлагается диалог переключения. В этом диалоге перечисляются все теги, связанные с выбранными объектами и предоставляется возможность непосредственного изменения связей. С помощью WinCC/IndustrialX конфигурируем элементы управления ActiveX - автоматическое внесение изменений во всех местах использования объектов. Использовано до 12 WinCC серверов и до 32 WinCC клиентов для каждого сервера в последующих конфигурациях системы. Система поддерживает общие механизмы безопасности для работы через Интернет. WinCC обеспечивает: резервирование сервера с помощью опции WinCC/Redundancy (резервирование); резервирование связи с процессом. С помощью OLE встраиваем объекты других приложений в кадры изображений процесса и организовываем обмен связанными между собой данными. OPC DA WinCC локально или через сеть на базе контроллеров низкого уровня получает циклически текущие данные о процессе с OPC DA-сервера. Через

встроенный сервер OPC DA WinCC получаем текущие данные о процессе OPC-совместимым приложениям - OPC Historical Data Access (HDA) - доступ к архивным данным. В OPC Alarm & Events (A&E) система отображает сообщения как аварийные и вместе со всеми соответствующими, помещаемыми в сообщения значениями процесса на уровнях производства и управления компанией. Пакеты Powerpack увеличили количество тегов до 80000. Данные из архивов WinCC (Historian) отображаем в виде кадров изображений процесса на базе встроенных объектов WinCC Trend Control или WinCC Alarm Control. Используем для клиентов: WinCC SCADA; WinCC Web; WinCC/Dat@Monitor; доступ к текущим или архивным данным через OPC или OLE DB.

SIMATIC IT Framework: WinCC SCADA и IT Historian (Исторический архив), вместе с Plant Performance Analyzer (PPA) – интегрирует данные из различных источников, формируя Enterprise Historian (Исторический архив). WinCC/Connectivity Pack обеспечивает приложениям доступ к архивам с помощью OPC HDA (Historical Data Access) или OLE-DB, а также передает другим приложениям сообщения для базы OPC Alarm & Events (A&E).

SIMATIC IT WinBDE – использован для управления данными для анализа неисправностей и данными о технических характеристиках агрегатов транспорта, начиная от одного и кончая всем комплексом производственного и технологического оборудования.

Используем WinCC (Add-ons) в части: SCADA-расширений, инструментальных средств конфигурирования, программного обеспечения для интеграции в MES, ERP и IT, промышленных и технологических решений и каналов связи.

Для совершенствования подготовки серверистов-диагностов по мехатронике на транспорте внедрены технологии: .NET; Industrial Ethernet (IEEE 802.3 и IEEE 802.3u); PROFINET (IEC 61158); PROFIBUS (IEC 61158/EN 50170); AS-Interface (EN 50295); EIB (EN 50090, ANSI EIA 776); SINAUT ST7; WAN (Wide Area Network).

**14. Внедрение программирования на языке - C# [1-3].** Выделены концептуально идентичные классы: FuelControlAnalyzer, FVSensorControlAnalyzer, ZoneControlAnalyzer. Данные классы имплементируют интерфейсы: IFuelControlAnalyzer, IFVSensorControlAnalyzer, IZoneControlAnalyzer, которые определены



через Analyze. Сигнатуры методов отличаются по входным данным. Создана фабрика объектов для классов-обработчиков. Создан класс: RuleControlAnalyzerFactory, (CreateFuelControlAnalyzer, CreateFVSensorControlAnalyzer, CreateZoneControlAnalyzer). Создан класс-контроллер EventManager. Бизнес логика реализована в классах: FuelControlAnalyzer, FVSensorControlAnalyzer, ZoneControlAnalyzer. Analyze реализует обработку входных данных и формирует набор выходных данных.

FuelControlAnalyzer анализирует значения параметров, поступающие с датчика уровня топлива в режиме on-line и если выявлены отклонения от выставленных с терминала параметров, то создается сообщение о нарушении правила и добавляется в список, передающийся в представление.

FVSensorControlAnalyzer анализирует значения цифровых датчиков, поступающие с терминалов транспортных средств в режиме on-line и если выявлены отклонения от выставленных с терминала параметров, то создается сообщение о нарушении правила и добавляется в список, передающийся в представление. Класс предназначен для работы со свободной версией системы.

Метод DetectSensorsEvents осуществляет проверку входов, формирует сообщение из переданных параметров, добавляет сформированное сообщение в список сообщений для представления.

ZoneControlAnalyzer анализирует значения характеризующие текущее местоположение транспортного средства, а также состояния датчиков, поступающие с терминала в режиме on-line и если выявлены отклонения от выставленных с терминала параметров, то создается сообщение о нарушении правила и добавляется в список, передающийся в представление. Метод

ProcessZoneEvent исходя из типа правила принимает решение как анализировать данные и какого типа сообщение формировать.

Главная цель открытия ресурсов для интерсервисов в плане C# - упростить построение типов, определенных пользователем (user-defined types - UDTs) для использования вне их исходного контекста. Этот принцип использован для создания и внедрения библиотек классов и структур для совершенствования программирования процессов в транспортных комплексах.

Научные объекты, процессы и технологии и особенно профессиональное образование диктуют ускорение освоения ресурсов технологий программирования на базе C# для мехатроники в рамках: ERP, SCADA, PDM, CALS на уровне e-технологий на всех стадиях петли качества современного транспорта.

C# разработан для Application Programming Interface (API) и .NET. Синтаксис C# наиболее близок к C++ и Java. C# появился к моменту подготовки технологий: COM+, ASP+, ADO+, SOAP, Biztalk Framework в качестве инструментария со сложной структурой: языков, сред и средств разработки для создания программ.

В C# полный и хорошо определенный набор основных типов. Встроенная поддержка генерации XML-документации. Автоматическое освобождение динамически распределенной памяти. Возможность отметки классов и методов атрибутами пользователем (можно воздействовать на процесс компиляции и пометить методы, которые должны компилироваться только в отладочном режиме). Полный доступ к библиотеке базовых классов .NET, а также к API. Указатели и прямой доступ к памяти. Поддержка свойств и событий в стиле Visual Basic. Простое изменение ключей компиляции. Получение исполняемых файлов - библиотека компонентов .NET, которые могут быть вызваны другим кодом так же, как элементы управления ActiveX (компоненты COM). Возможность использования C# для написания динамических web-страниц ASP.NET.

C# не предназначен для критичных по времени и высокопроизводительных программ (1000 или 1050 машинных циклов, освобождение ресурсов немедленно на базе C++). В C# отсутствуют компоненты для высокопроизводительных приложений (подставляемые функции и деструкторы, выполнение которых гарантируется в определенных точках кода).

C# поддерживает взаимодействие при многоязыковом программировании. В C# много синтаксических конструкций из C++ (структуры и перечисления). В C# используются свойства классов. C# позволяет производить перегрузку операторов для созданных типов. C# поддерживает примитивные типы (являются подмножеством типов-значений — value types). Для трансляции примитивных типов в объектные используется их автоматическое «заворачивание» в объекты (boxing) и «разворачивание» (unboxing). В C# много больше

примитивных типов, чем у Java, за счёт беззнаковых целых типов (`unsigned`), имеющих парно ко всем знаковым, и специального типа `decimal` для высокоточных вычислений с фиксированной запятой.

В C# переменные ссылочных типов, называемые объектами, сохраняют ссылки на фактические данные. Для объявления ссылочных типов используются ключевые слова: `class`, `interface`, `delegate`. Существуют встроенные типы: `object` и `string`. В C# интерфейс содержит подписи методов, свойств, событий или индексов. Реализация членов выполняется в классе или в структуре, реализующей интерфейс. В C# интерфейс способен наследовать до нескольких интерфейсов. Класс, реализующий интерфейс, может явным образом реализовывать члены этого интерфейса. Явно реализованный член можно вызвать через экземпляр интерфейса и через экземпляр класса.

**С учетом результатов выполнения лабораторных и практических работ** можно для современных проектов выделить следующие концептуально идентичные классы `FuelControlAnalyzer`, `FVSensorControlAnalyzer`, `ZoneControlAnalyzer`. Данные классы имплементируют интерфейсы `IFuelControlAnalyzer`, `IFVSensorControlAnalyzer`, `IZoneControlAnalyzer`, которые предоставляют по одному методу `Analyze`. Сигнатуры методов отличаются по параметрам (входные данные).

**Создана фабрика объектов**, которая позволяет создавать экземпляры классов-обработчиков. Для этого создан класс `RuleControlAnalyzerFactory` с публичными статическими методами `CreateFuelControlAnalyzer`, `CreateFVSensorControlAnalyzer`, `CreateZoneControlAnalyzer`. Создан класс-контроллер `EventManager`. Бизнес логика реализована в классах `FuelControlAnalyzer`, `FVSensorControlAnalyzer`, `ZoneControlAnalyzer`. Эти классы имеют по одному открытому методу `Analyze`, который занимается непосредственной обработкой входных данных и формированием набора выходных данных.

**Класс `FuelControlAnalyzer`** анализирует значения, поступающие с датчика уровня топлива в режиме `on-line` и если выявлены отклонения от выставленных пользователем параметров, то создается сообщение о нарушении правила и добавляется в список, передающийся в представление.

**Класс `FVSensorControlAnalyzer`** анализирует значения цифровых датчиков, поступающие с терминалов транспортных средств в режиме `on-`

line и если выявлены отклонения от выставленных пользователем параметров, то создается сообщение о нарушении правила и добавляется в список, передающийся в представление. Класс предназначен для работы со свободной версией системы.

Метод DetectSensorsEvents осуществляет проверку дискретных входов, формирует сообщение из переданных параметров, добавляет сформированное сообщение в список сообщений для представления.

**Класс ZoneControlAnalyzer** анализирует значения характеризующие текущее местоположение транспортного средства, а также состояния датчиков, поступающие с терминала в режиме on-line и если выявлены отклонения от выставленных пользователем параметров, то создается сообщение о нарушении правила и добавляется в список, передающийся в представление.

Метод ProcessZoneEvent исходя из типа правила принимает решение как анализировать данные и какого типа сообщение формировать.

**В проектах следует отметить:** таблицу заданных элементов в части комплексных решений с учетом многоцелевой защиты рабочих мест на уровне программных элементов современных e-технологий; составленную схему поиска и выявленных элементов технологии программирования в КТС АСУСЭУ. Главная цель открытия ресурсов C++ - упростить построение типов, определенных пользователем (user-defined types – (UDTs)) для использования вне их исходного контекста. Этот принцип использован при создании библиотек классов или структур для совершенствования программирования процессов в транспортных комплексах.

**15. Внедрение технологий удаленного доступа** [1-6] на основе протокола Secure Shell (SSH) и его настройка в Open Source системах. SSH обеспечивает возможность: удаленного выполнения команд (вместо telnet, rsh и всего, что над ним построено - rsync, rdist); копирования файлов (вместо ftp, ftp); аутентификации клиента и сервера; шифрования и сжатия передаваемых данных (пароли также шифруются). Дополнительно обеспечивается шифрование данных X Windows и перенаправление любых TCP-соединений, но при этом ухудшается безопасность из-за возможности создавать туннели в обход сетевого экрана. SSH защищает: от атак с подделкой (spoof) IP-адресов (включая source routing), DNS-сервера и маршрутизации; от подслушивания паролей и X аутентификации; от подслушивания и манипуляции с данными на промежуточных хостах или

локальной сети. SSH не защищает, если атакующий получил права root на хосте или права к директории без учета элементов парольной фразы. При подготовке к работе рекомендуется изучение алгоритмов шифрования.

**16. Увеличение уровня безопасности рабочих мест** на основе: Virtual Private Servers (VPS) - «хостинг» и Xen-community (Xen) - «гипервизор» компании Virtual Iron на основе усовершенствования сети - «ферма серверов» [1-6].

В качестве дисковых устройств для виртуальных машин Xen использовали DRBD-устройства. DRBD-устройства размещаются поверх LVM-томов машин входящих в кластер. DRBD отвечает за полную синхронизацию операций с дисковыми системами, выполняющимися на доменах Xen. DRBD-устройство на узле находится в состоянии **primary**, если на этом узле исполняется виртуальная машина, использующая его. Если виртуальная машина исполняется на другом узле, соответствующие её дискам устройства на этом узле находятся в состоянии **вторичном (secondary)**. В ходе миграции виртуальной машины с одного узла на другой, DRBD-устройства находятся на обоих узлах в состоянии - **primary**. Реализована связка физических узлов, как единого целого, которая обеспечивает работу виртуальной сети произвольной топологии.

Построена и исследована виртуальная сеть из доменов и соединяющих их виртуальных мостов. Домен в любой момент времени присутствует только на одном узле кластера. Для виртуальных мостов, наоборот, на каждом узле кластера существует по одному экземпляру. Одноимённые виртуальные мосты, представленные на разных узлах, являются частью одного широковещательного сегмента. Это означает, что не имеет значения на каком узле будет находиться домен и через какой из мостов он будет подключён к сети. Виртуальные мосты называются на всех узлах одинаково. На каждом узле трафик каждого моста тегирован и передаётся на внешний интерфейс (таких интерфейсов может быть и больше и они объединяются с целью повышения отказоустойчивости). Узлы соединены между собой коммутируемой сетью, которая передаёт тегированный трафик по стандарту 802.1Q.

**Виртуальная ферма серверов** состоит из четырёх виртуальных машин (**dom1, dom2, dom3 и dom4**), работающих на кластере из двух физических узлов. Виртуальные машины соединены при помощи мостов **br1, br2, br3**. Трафик виртуальных мостов отражается на тегированный трафик VLAN: 101, 102 и 103. Сеть имеет звездообразную топологию. Не

имеет значения, где исполняется и какой домен. В ходе работы системы домены могут мигрировать между узлами. Сетевые адаптеры узлов могут быть зарезервированы путём агрегирования каналов, соединяющих узел с коммутатором. В каждом сервере должно быть по два сетевых адаптера, каждый из которых подключается к коммутатору. Они работают как один агрегированный канал. При пропадании одного из соединений (связано с неполадками адаптера, соединительного кабеля или порта коммутатора) система продолжает работу на оставшемся. В системном журнале появляется сообщение о возникшей проблеме. Для работы агрегированного канала необходима поддержка со стороны коммутатора: он должен поддерживать агрегированные каналы; он должен быть настроен соответствующим образом.

**Для совершенствования удаленного доступа рабочих мест к интерсервисам можно** выбрать - Remote Desktop (RDP) и telnet. Настроено подключение по RDP и подключение к удаленному компьютеру (PC) с использованием \*.rdp файла и консольной утилиты mstsc; подключение через rdesktop из andLinux к рабочему столу Windows; используя telnet создан консольный сеанс с удаленным PC. Выявлены особенности получения знаний и навыков в перехвате и анализе трафика сегмента сети транспортной сети. NIC в сегменте Ethernet “прослушивает” весь трафик сегмента. В режиме PROMISCUOUS MODE анализируются первые 48 бит заголовка пакета и, если не найден собственный MAC-адрес, NIC перестает читать “чужой” пакет. Функциональность сниффера достигается переводом NIC в режим PROMISCUOUS MODE, обеспечивающий перехват всех сообщений (достигается программной установкой соответствующего бита управляющего регистра NIC).

В открытом виде пароли передаются по сети в следующих реализациях протокола TCP/IP: Telnet (23 port), Pop3 (110 port), Ftp (21 port), Pop2 (109 port), Imap2 (143 port), Rlogin (513 port), Poppasswd (106 port), netbios (139 port), icq (1024-2000 UDP). TELetype NETwork (TELNET) - для реализации текстового интерфейса по сети (при помощи транспорта TCP). Название «telnet» имеют некоторые утилиты, реализующие клиентскую часть протокола. Современный стандарт изучаем в RFC 854. Telnet служит для удалённого доступа к интерфейсу командной строки операционных систем. В протоколе нет шифрования и проверки подлинности данных. Отметим элементы перехвата пароля протокола telnet. Запускается сниффер и в командной строке

осуществляется telnet-подключение к PC командой `telnet` «IP-адрес PC». Предварительно должны быть созданы необходимые Учетные записи в Windows XP (для возможности доступа по протоколу telnet под разными учетными записями). Осуществляется выход из сеанса командой `exit`. Останавливается сниффер нажатием кнопки «Остановить сбор пакетов» и просматривается лог-файл. Перехват пароля POP3-протокола в программе Outlook Express осуществлялся от почтового ящика. Необходимо заводить несколько почтовых ящиков в <http://www.mail.ru>. В почтовом клиенте OutlookExpress должна быть создана учетная запись почты. Запускается программа-сниффер, по кнопке «Начать сбор пакетов» начинаем перехват сетевых пакетов. После этого осуществляется ввод пароля и подключение к почтовому серверу с помощью программы OutlookExpress. Приведены фрагменты процесса: подключения почтового клиента, диалог с почтовым сервером сервера, поиска пароля - `nwri2010`. Клиент не должен знать перехватываемый пароль. Администратор осуществляет ввод пароля - клиент осуществляет перехват пароля.

**Интерсервисы в плане диагностики требуют освоения диагностических протоколов** для систем: диагностический прибор- сканер и контроллер. «HS + Interface» имеет Flash-память, которая позволяет выполнять функции модуля. Подключение к PC через COM или USB. Для «HS+Interface» используем пакет «SamDia» с модулями: Конфигуратор, Анализатор потока данных, Эмуляторы: контроллера, тестера диагностики, контроллера CAN. Для подключения к CAN необходимо установить функцию `CAN termination` в установках интерфейса «HS+ Interface».

В проектах надо использовать возможностей виртуальных адаптеров (VNIC): Microsoft (замыкание на себя) и Sun (VirtualBox). Виртуальную машину (VPC) включаем в сеть через выставление в строке параметра: физический сетевой адаптер (NIC) – означает, что VNIC в VPC подключен к NIC хоста (H). При таком сетевом процессе VPC видим из внешней сети и VPC должна вести себя так, будто бы это PC в сети. Если в сети используется DHCP-сервер, VPC получает самостоятельный IP адрес в этой сети. Такой тип сетевого процесса применяем, когда из внешней сети необходимо обращаться к ресурсам VPC и работать с ней, как с полноценным клиентом сети (например, гостевая система является файл-сервером). Такой тип сетевого процесса называют Bridged Networking. PC

участвует в сетевом процессе с другими PC в сети и поэтому нельзя поменять IP адрес физического NIC.

Важно внедрять утилиты ping. Ключ -n задает количество отправляемых эхо-запросов (по умолчанию 4). Увеличение количества запросов необходимо для контроля надежности и устойчивости работы сервера. Чем выше качество канала, тем меньше разброс по времени ответов. Ключ -t заставляет утилиту ping посылать запросы в бесконечном цикле до ее прерывания нажатием комбинации клавиш <Ctrl-C> (не прерывает процесс, а выводит текущую статистику). Этот ключ удобен для ожидания момента пробуждения зависшего сервера: запустил "ping www.hover-server.fu -t" и жди появления сообщения "Host Alive" или что-то в этом роде. Ключ -l задает размер дейтаграммы без учета длины заголовка (28 байт), посылаемой в эхо-запросе. Допустимыми являются значения от 0 до 65.500, включительно. По умолчанию размер дейтаграммы составляет 32 байта. Манипулируя этим значением, можно выяснить зависимость: скорость доставки – размер дейтаграммы. Если размер дейтаграммы превысит некоторую критическую величину (определяемую каждым промежуточным узлом самостоятельно), дейтаграмма разрежется на несколько пакетов подходящего размера, каждый из которых добирается до конечной точки маршрута самостоятельно, а на узле назначения они вновь собираются в исходную дейтаграмму. Ключ -f устанавливает на дейтаграмме специальную пометку, запрещающую ее разрезание (*фрагментацию*). Если хотя бы один из промежуточных узлов не может обрабатывать пакеты таких размеров, он посылает отправителю уведомление, что требуется фрагментация, или устанавливает пометку ее запрещающую. Совместно с ключом -l, задающим длину дейтаграммы, запрет фрагментации ключом -f, позволяет определить максимальный размер нефрагментируемых пакетов. Ключ -i задает время жизни (TTL – Time To Live) пакета посылаемых дейтаграмм, измеряемое количеством узлов, которые может посетить пакет (по умолчанию 128). Каждый промежуточный узел уменьшает значение TTL на единицу и, когда оно достигает нуля, пакет уничтожается с посылкой отправителю соответствующего уведомления. Это обстоятельство позволяет отслеживать маршрут путешествия пакетов, используя ping вместо утилиты tracert в ситуациях, когда нет tracert.



Проверяем связи между VPC и физическим компьютером. Проверяем связи между физическим компьютером и VPC. Узнаем имя физического компьютера и название рабочей группы. Экспериментальным путем выясняем максимальную длину имен NetBIOS. Выписываем имя физического компьютера и название рабочей группы. Например, имя компьютера: MICROSOFT-A0CA3E. Рабочая группа - WORKGROUP. Изменяем имя VPC и вводим его в рабочую группу физического компьютера. VPC включена в группу NWPI, в то время как физический компьютер принадлежит группе WORKGROUP. Переводим VPC в рабочую группу физического компьютера, меняем имя VPC на win03server - более точно отображает функции. Проверяем элементы связи по именам узлов. Опрос виртуальной машины по имени. Опрос физического компьютера по имени. Для всех заданий формируем скриншоты, отражающие правильность выполнения работ.

Подключаем к сети третий VPC с Windows XP. Проверяем возможность связи по IP-адресам. Изучаем связь VPC с Windows XP с физическим компьютером. Изучаем связь VPC с Windows XP с VPC с Windows Server. Добавляем VPC с Windows XP в рабочую группу. Проверяем связи по именам узлов. Организуем опрос физического компьютера с одной из VPC при помощи утилиты ping win03server – t. Выясняем с VPC имя физического компьютера при помощи утилиты ping. Изучаем возможности утилиты tracert. - определяет путь до точки назначения с помощью посылки в точку назначения эхо-сообщений на основе Control Message Protocol (ICMP) с постоянным увеличением значений срока жизни - Time to Live (TTL). Выведенный путь - список ближайших интерфейсов маршрутизаторов, находящихся на пути между узлом источника и точкой назначения. Ближний интерфейс представляют собой интерфейс маршрутизатора, который является ближайшим к узлу отправителя на пути. Запущенная без параметров, команда tracert выводит справку: tracert [-d] [-h максимальное\_число\_переходов] [-j список\_узлов] [-w интервал] [имя\_конечного\_компьютера].

**Важно внедрять утилиты netstat** - отображение активных подключений TCP, портов, прослушиваемых компьютером, статистики по Ethernet, таблицы маршрутизации IP, статистики IPv4 (для протоколов IP, ICMP, TCP и UDP) и IPv6 (для протоколов IPv6, ICMPv6, TCP через IPv6 и UDP через IPv6). Запущенная без параметров, команда nbtstat отображает подключения TCP. (netstat [-a] [-e] [-n] [-o] [-p протокол] [-r] [-s]

[интервал]). Используется ключ -S для вывода статистики. Важно вывести таблицу маршрутизации IP по команде `route print`. Далее определяем: адреса подсети и адреса хоста по маске подсети; количество и диапазон адресов возможных узлов в подсетях; структуры сети с использованием масок.

Отметим элементы работы по «IP-адресации». Определяем, находятся ли два узла А и В в одной подсети или в разных подсетях (IP-адрес компьютера А: 94.235.16.59; IP-адрес компьютера В: 94.235.23.240; Маска подсети: 255.255.240.0). Получаем номер подсети, выполняя операцию AND над IP-адресом и маской подсети. Определяем количество и диапазон адресов узлов в подсети, если известны номер подсети и маска подсети.

**17. Моделирование процессов в модулях и агрегатах дизель-генераторов в среде Matlab Simulink. Фрагмент программы для моделирования процесса регулирования оборотов дизеля:**

```
% Engine characteristic
Engine = '18V50SG' % Engine type
NR = 500; % Engine ratod speed [rpm]
NoP = 12; % Number of poles in the generator
NF = 50; % Nomin.il frequency
Ncyl = 18; % Number of cylinders
Pcyl = 1070; % Cylinder output in kW
LR=Pcyl*Ncyl*1000/(NR/60*2*pi);%Max. engine torque [Nm]

% Inertia data
Je = 9300; % Engine inertia [kgm2]
Jg = 12000; % Generator inertia [kgm2]
Jt = Je+Jg; % Total inertia [kgm2]

% Time constants
t0=(15/NR)*(1+4/(Ncyl*0.5)); %Firing delay

% Actuator
tl = 0.025; % Actuator time constant
ta = 0.12; % Actuator time constant PG-EG 200 0.12
PGdeg = 38; % Scaling, PG-EG 200, Linear: x°-xx°= 38°
W723 =70; % Scaling, Full load is 140 mA of 200 mA => 70mA
DegToInd = 66.5/40;

% Speed pick-up
```

$t_p = 0.0192$ ; % Speed pickup time constant

% Low pass filter time constants ( $1/(2*\pi()*f)$ )

$f_l = 8.3$ ; % Speed filter frequency setpoint [Hz]

$t_{fl} = 1/(2*\pi*f_l)$ ; % Speed filter time constant ( $0.013 = 12$  Hz)

Droop = 0.05; % Speed droop

$K = 1/20e-6$ ; % Gain for algebraic loop elimination

% PID settings

$P = 0.5$ ; % Speed control Proportional gain

$I = 0.8$ ; % Speed control Integral gain

$sdr = 23$ ; % Derivative ratio

$GR = 1$ ; % Gain ratio

$EW = 10$ ; % Error window

$D = 1/(sdr*I)$ ; % Speed control derivative gain

$tf = 0.2/(sdr*I)$ ; % Speed control time constant

**Фрагмент программы для моделирования процесса  
регулирования напряжения генератора:**

% Main settings

Generator = 'AMG1600'; %Generator designation

$V_{ref} = 1$ ; % [p.u.] Voltage reference in [p.u.]

$U_r = 15000$ ; % [V] Rated voltage

$DRP = 4$ ; % Droop setting in per cent value

% AVR gain and time constant

$T_r = 0.02$ ; % Terminal voltage transducer time constant (AVR voltage sensing)

$U_{fmax} = (1.4*165-8)$  ; %  $1.4*U_{pwr-8}$

$U_{fnom} = 35.1$ ; % Excitation voltage at nominal terminal voltage

$VR_{max} = U_{fmax}/U_{fnom}$ ; % [p.u.] Voltage Regulator maximum output

$VR_{min} = 0$ ; % [p.u.] Voltage Regulator minimum output

$K_{ceil} = VR_{max}$ ; % Amplification due to power supply voltage

$U_g = 0.11$ ; % [p.u.] Remanence voltage

% Control settings

$V_p = 40$ ; % Proportional gain, 1 ... 200

Ta = 9.0; % [s] Integral time constant 0.01 ... 20  
Tb = 0.2; % [s,0.01 ...5] Derivative time constant  
Kdt = 3.0; % Derivator output gain

% Exciter constants (IEEE Std 421.5)

Te = 0.26; % [s] exciter time constant, intergration rate associated with exciter control

Ke = 0.88; % Exciter constant related to self excited field

EFmax = 7.06; % Exciter saturation definition voltage

SEmax = 0.36; % Exciter Saturation function value corresponding EFmax

EFo75 = 0.75\*EFmax; % Exciter saturation definition voltage

SEo75 = 0.05; % Exciter Saturation function value corresponding 0,75\*EFmax

% Generator constants

Tdo = 9.214; % Generator open circuit time constant

Iq/Ir = 0; % Reactive current/rated current ratio

**Обобщение состояния развития мехатроники** в современных ИАС в части бортовых сетевых технологий (NT) показывает - дефицит знаний на всех уровнях эксплуатации и отставание в развитии интерсервиса современных NT усложняет своевременное обнаружение и оперативное прогнозирование признаков возникновения аварийных ситуаций. Необходимо оперативно обучать скрытым уникальным возможностям NT - самоидентификации низкого качества горюче-смазочных материалов, своевременное обнаружение которых обеспечит запас работоспособности современного транспорта. Обучение потребителей сенсорно-серверно-сетевому энергоаудиту на базе возможностей современных бортовых NT расширит внедрение новых технологий.

Концепция системной интеграции NT ориентирована на ускорение интеллектуализации серверно- сетевого управления транспортом в части процессов: мониторинга, аудита и сервиса. Концепция построения специализированных подсистем NT реализует стратегии управления: жесткого и адаптивного. Первая доступна больше на этапах проектирования и постройки при условии оперативного многоцелевого доступа к новым аналитическим и программным моделям. Вторая

медленно совершенствуется транспортными структурами и требует опережающего обучения эксплуатации новых технологий.

NT успешно реализует процессы: радиосвязи, навигации и вождения, электроэнергетики, защиты, безопасности и комфорта. Поэтому важно с учетом комплексных решений на стыке наук наладить опережающее обучение всех участников использования новых транспортных технологий: маневрирования и выбора маршрута; контроля перевозимого груза и грузовых операций; диагностирования оборудования; ведения вахтенной отчетности; выработки рекомендаций по эффективному использованию механизмов и систем; сервису при аварийных и нештатных ситуациях.

NT стимулирует подготовку: техников, специалистов, бакалавров и магистров на базе ГУМРФ для решения национально-региональных задач эффективного управления всеми кластерами транспорта при ограничении экипажа за счет: живучести, отказобезопасности и отказоустойчивости функционирования интегрированных проблемно-ориентированных мехатронных транспортных систем; интеллектуализации оперативных процессов функционирования серверов в нештатных, аварийных ситуациях и при борьбе за живучесть и безопасность транспорта и экипажа с использованием новейших информационных технологий; мониторинга и аудита состояния и внутренней обстановки с целью раннего обнаружения причин или предпосылок аварийных ситуаций, их предотвращения или исключения вероятности возникновения.

При опережающем обучении открытым уникальным дорогим технологиям и интерсервису транспорта слушатели должны: знать основы интеграции аппаратно-программных мехатронных элементов в транспортные комплексы; уметь осваивать потенциальные возможности элементов транспортных комплексов в условиях высоких темпов обновления гранулированных аппаратных и программных средств и необходимости обеспечения их преемственного развития; овладеть системным подходом к интеграции: мировоззренческих, научно-методологических и производственно-экономических способов транспортной информатики в области теории и практики мехатроники и многоуровневой защиты на всех этапах жизненного цикла компонентов интегрированных транспортных комплексов.

Схема основного метода транспортной информатики содержит процессы: бортового мониторинга; выработки стратегий управления; предсказания оптимальных параметров, профилей и процессов; бортового

оперативного интересервиса для анализа алгоритмов, структур, графов, топологии, архитектуры управления транспортом.

Общность элементов теорий открытых систем, сетей, технологий для развития управления и информатики в транспортных комплексах должна стимулировать международную стандартизацию и упрощать обучение интересервису в части современных компонентов – идентификации, абстрагирования, типизации, унификации, модульности, агрегирования и преемственности для увеличения привлекательности мехатронных транспортных комплексов на всех этапах их жизненного цикла [1-7].

### Список литературы

1. *Шадрин, А.* 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. – 140.

2. *Шадрин, А.* Автоматизированные системы управления судовыми энергетическими установками: методические указания к выполнению практических работ/сост. А.Б. Шадрин - СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2017. – 146 с.

3. *Шадрин, А.* Автоматизированные системы управления судовыми энергетическими установками: Опорный конспект/сост. А.Б. Шадрин - СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2018. – 207 с.

4. *Смирнов Г., Шадрин А.* Измерительно-вычислительные комплексы для океанологических экспериментальных исследований/ Г.В. Смирнов, А.Б. Шадрин - Владивосток.: Дальнаука, 1993 – 453 с.

5. *Нелепо Б., Смирнов Г., Шадрин А.* Интегрированные системы для гидрофизических исследований / Б.А. Нелепо, Г.В. Смирнов, А.Б. Шадрин - Л.: Гидрометеоиздат, 1990 – 236 с.

6. *Бош Р.,* Системы управления дизельными двигателями/Р. Бош – М.: ЗАО «КЖИ За рулем», 2004 – 480с.

7. *Бусыгин В.,* Системы дистанционного автоматизированного управления. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Автоматизированные системы управления судовыми энергетическими установками»/ В.П.Бусыгин – СПб.: Элмор. 1998 - 36с.

ФГБОУ ВО «ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова»

Шадрин Александр Борисович, д-р техн. наук, проф.  
**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
СУДОВЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ**

Методические указания к выполнению курсового проекта



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 60x90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman

Усл. печ. л. 7,45. Тираж 100 экз. Заказ № /2018