

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПУСКОМ ГЛАВНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ВИНТОМ ФИКСИРОВАННОГО ШАГА

Современные суда с винтами фиксированного шага (ВФШ) оснащаются системами дистанционного автоматического управления (ДАУ), которые позволяют изменить режимы работы главного двигателя (ГД) с мостика судна [1].

Системы ДАУ на судах с ВФШ выполняют следующие функции [2]:

- пуск подготовленного к работе ГД, а в случае неудачного первого пуска - повторные попытки пуска с подачи светозвукового сигнала;

- реверс ГД, в особых случаях - экстренный реверс с подачи контровоздуха при определенном снижении частоты вращения с возможностью одновременного отключения защит, кроме защиты по разному;

- изменение частоты вращения вала ГД рукоятками мостика или центрального поста управления, в том числе в соответствии с нормальной, замедленной и экстренной программами управления;

- остановку ГД при подаче соответствующей команды с пульта управления или от системы защиты;

- медленное проворачивание ГД при пуске после длительной остановки;

- необходимые блокировки подачи пускового воздуха и топлива, реверса воздухораспределителя и распределительного вала;

- фиксирование заданного скоростного режима работы ГД при прекращении питания системы ДАУ рабочей средой или энергией;

- регистрацию и светозвуковую сигнализацию отклонений регулируемых параметров от нормальных значений.

На судах до 80-х годов постройки использовались преимущественно аналоговые системы ДАУ [2], а в 90-х годах получили распространение цифровые системы. Но, начиная с 80-х годов функции, выполняемые системами ДАУ на судах с ВФШ, приобрели практически конечный вид.

В настоящее время можно прогнозировать развитие систем ДАУ на судах с ВФШ только в направлении использования новой элементной базы. Такой вывод сделан в связи с интенсивным расширением использования в промышленных системах управления программно-управляемых контроллеров, которые уже нашли широкое применение для автоматизации судовых вспомогательных механизмов и уст-

роЙств. По всей вероятности их применение в системах ДАУ сдерживается только из-за того, что судостроители предпочитают использовать хорошо апробированные конструкции для минимизации возможных рисков с целью повышения безопасности судоходства.

Однако одновременное использование на судах систем управления с разной элементной базой увеличивает затраты на эксплуатацию судов и неизбежно потребует унифицировать конструкции систем управления. Более широкому использованию в системах ДАУ программно-управляемых контроллеров будет способствовать уже достигнутая искро-, пожаро- и взрыво- безопасность контроллеров, разработка более простых методов и средств их программирования, а также диагностики, расширение линейки измерительных и исполнительных устройств.

В связи с изложенным представляется актуальным разработать систему ДАУ ГД с ВФШ на базе современного программно-управляемого контроллера. Для этого выбран контроллер ILC 130 ETH немецкой фирмы Phoenix Contact [3], позволяющий работать в режиме реального жесткого времени, у которого время опроса датчиков составляет 1 мкс. Для программирования и диагностирования этого контроллера фирмой производителем разработан "дружественный" интерфейс, который предусматривает запись трендов.

На первом этапе исследования разработана компьютерно-интегрированная подсистема управления пуском ГД. Для этого в соответствии с алгоритмом [4] и результатами исследования [5] составлена программа на языке функциональных блоков FBD (табл. 1) в пакете Trace Mode IDE 6 (рис. 1).

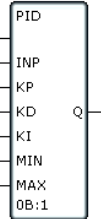
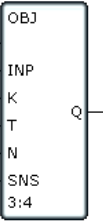
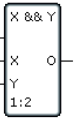
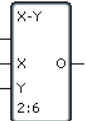
Контроллер выполняет функции сбора информации в цифровом и аналоговом виде от датчиков и выдает управляющие сигналы на приводы исполнительных механизмов (рис. 2).

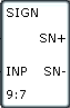
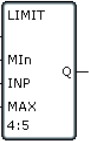
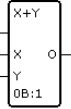
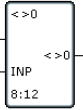
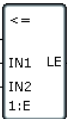
Компьютерная обработка состояния системы в целом и всех команд на высшем уровне позволяет хранить техническую информацию, прогнозировать неисправности, а также влияние каждой команды и отдельной системы на систему "судно" в целом. На рис. 3 представлена экранная форма подсистемы управления пуском ГД с ВФШ.

Программная реализация подсистемы управления пуском ГД с ВФШ на контроллере ILC 130 ETH продемонстрировала возможность и простоту реализации основных функций системы ДАУ на современных программно-управляемых контроллерах. Реализованная с помощью контроллера в составе СКАДА системы [6] экранная форма показывает возможности улучшения визуализации взаимодействия функциональных элементов системы ДАУ, что существенно облегчает контроль функционирования и диагностику системы ДАУ.

Таблица 1

Блоки языка ФБД, использованные в программе

Название блока	Характеристика блока
1	2
Звено PID 	Формирует выходное значение по ПИД-закону от величины, поданной на вход INP: где KP, KD и KI – соответственно коэффициенты при пропорциональной, дифференцирующей и интегральной составляющих.
Модель объекта 	Моделирует объект управления для отладки алгоритмов регулирования или подготовке демонстрационных проектов. Представляет собой комбинацию аperiodического (инерционного) звена первого порядка и звена запаздывания, т.е. передаточная функция блока (при входной функции e^{st}) имеет вид: $\Phi_a(s) = \frac{k}{T \cdot s + 1} e^{-ls},$ где k и T – соответственно коэффициент усиления и постоянная времени инерционного звена первого порядка, $l > 0$ – время запаздывания.
И (X && Y) 	$O = 1$, если X и Y одновременно отличны от нуля, во всех остальных случаях $O = 0$.
Вычитание 	$O = X - Y$

1	2
Знаковая функция 	Если $INP > 0$, то $SN+ = 1$, а $SN- = 0$; если $INP < 0$, то $SN+ = 0$, а $SN- = 1$; если $INP = 0$, то $SN+ = SN- = 0$.
Ограничение 	Клиппирует входной сигнал (вход INP), если его значение выходит за границы заданного диапазона: $Q = MAX$, если $INP > MAX$; $Q = MIN$, если $INP < MIN$; $Q = INP$, если $MIN \leq INP \leq MAX$.
Пересылка значения 	$X(\text{выход}) = X(\text{вход})$
Сложение двух элементов 	$O = X + Y$
Неравенство нулю 	Если $INP \neq 0$, то блок возвращает 1 (TRUE), в противном случае – 0 (FALSE)
Меньше или равно 	Если $IN1 \leq IN2$, то $LE = 1$ (TRUE), в противном случае $LE = 0$ (FALSE).

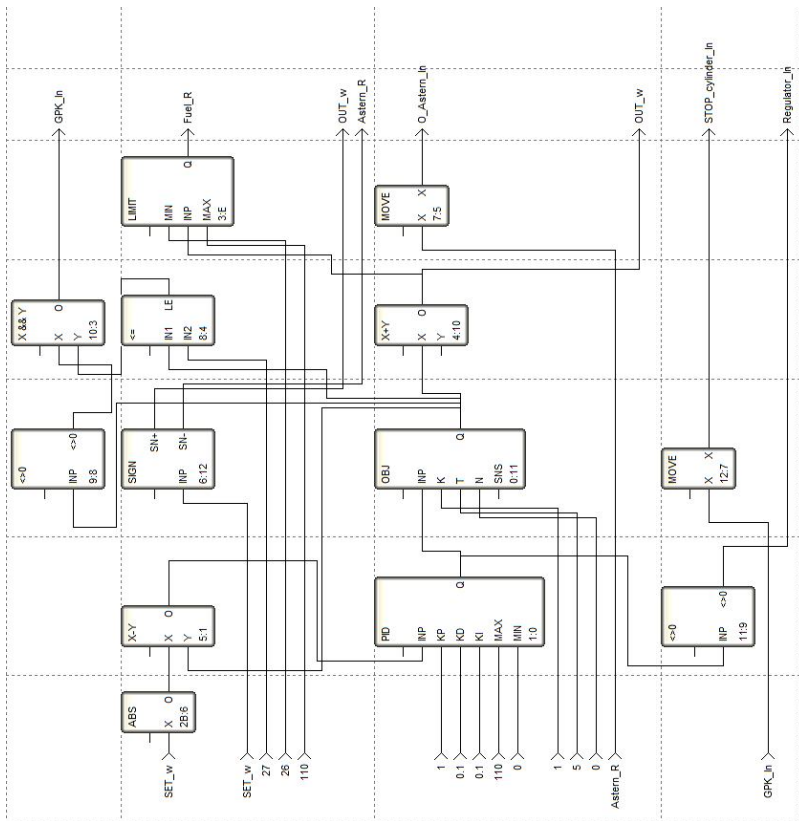


Рис. 1. Программа подсистемы управления пуском главного двигателя на языке ФБД

Дальнейшее исследование целесообразно в направлении реализации полного объема функций системы ДАУ и обеспечения резервирования в случае отказа контроллера.

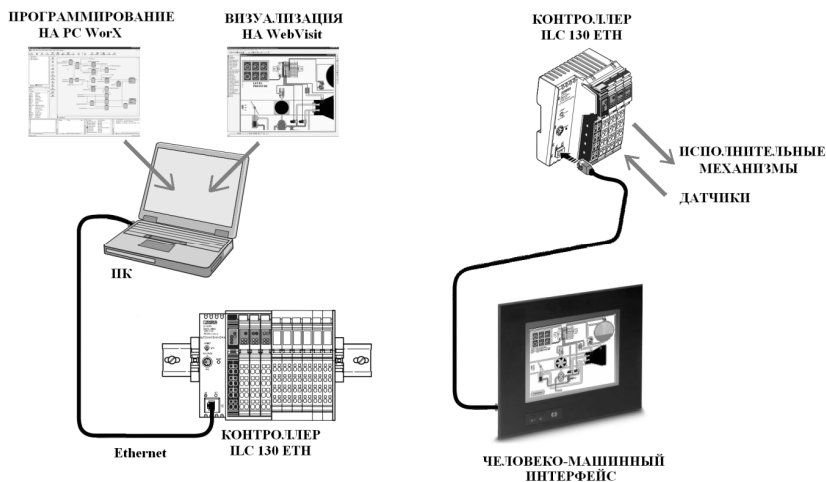


Рис. 2. Компьютерно-интегрированная подсистема управления пуском ГД

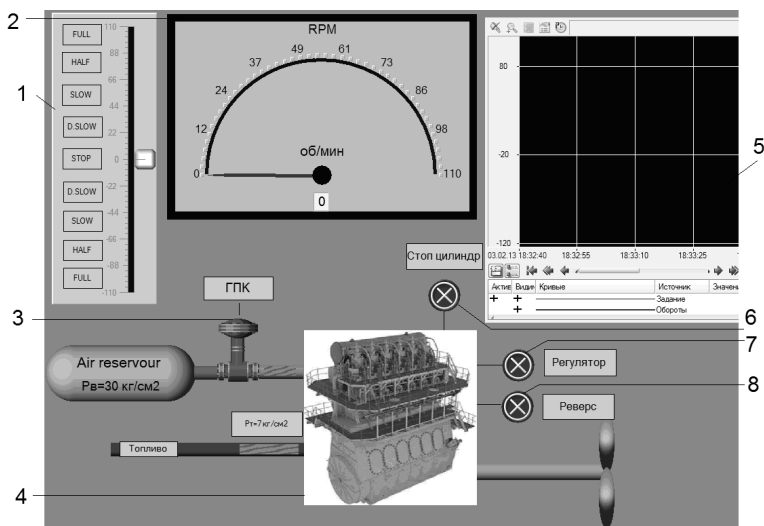


Рис. 3. Экранная форма подсистемы управления пуском ГД с ВФШ: 1 – телеграф; 2 – индикатор оборотов главного двигателя; 3 – индикатор открытия и закрытия главного пускового клапана; 4 – главный двигатель; 5 – переходный процесс изменения частоты вращения; 6 – индикатор работы стоп-цилиндра; 7 – индикатор работы регулятора; 8 – индикатор включения реверса

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ланчуковский В.И., Козьминых А.В. Автоматизированные системы управления судовыми дизельными и газотурбинными установками: учебник. 2-е изд. М.: Транспорт, 1990. – 335 с.
2. Горб С.И. Эксплуатация системы ДАУ "Гром" на теплоходе "Большевик М. Томас". //Морской транспорт. Серия "ТЭФ": экспресс-информация В/О "Мортехинформреклама". – 1988. – Вып. 5(673). – С. 1 – 7.
3. Phoenix Contact. Installing and operating the ILC 130 ETH, ILC 150 ETH, ILC 155 ETH, and ILC 190 ETH 2TX Inline controllers. Manual. – Germany, 2010. – 82 с.
4. Горб С.И. Моделирование судовых дизельных установок и систем управления: учебн. пособие для вузов. - М.: Транспорт, 1993. – 134 с.
5. Горб С.И., Ерыганов А.В. Повышение надежности пуска главного судового дизеля. //Автоматизация судовых технических средств: науч.-техн. сб. – 2009. – Вып. 15. – Одесса: ОНМА. – С. 21 – 28.
6. Компьютерно-интегрированные системы управления: методические указания. – Одесса: Политех, 2010. – 69 с.