ГОРДЕЕВ БОРИС НИКОЛАЕВИЧ, к.т.н., директор Advanced Measuring Instruments Company (AMICO)

ЖУКОВ ЮРИЙ ДАНИЛОВИЧ, д.т.н., профессор НУК, генеральный директор Advanced Measuring Instruments Company (AMICO)

ИВАНЧЕНКО АЛЕКСАНДР ТИХОНОВВИЧ, инженер-программист Advanced Measuring Instruments Company (AMICO)

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПРОЦЕССА ДОКОВАНИЯ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОКОВЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ

Разработана автоматизированная система управления доковыми операциями, обеспечивающая повышение надежности процесса докования, уменьшение затрат времени и ресурсов на докование, что повышает экологическую безопасность при проведении работ. Приводится описание системы и основные принципы ее функционирования.

The automated management system of dock operations providing a reliability augmentation of process of docking, reduction of time and resources on docking is designed, that increases ecological safety at fulfillment of operations of docking. The description of a system and underlying principles of its functioning is resulted.

Постановка проблеми і виділення невирішених задач

Операции докования представляют собой сложный и ответственный процесс, требующий предельной внимательности технического персонала в течение всего времени докования. В процессе докования должен производиться оперативный контроль параметров используемых устройств управления (таких как распределительные приемные задвижки, отливные затворы и балластные насосы), а также контроль характеристик всего дока в целом (осадка, углы крена и дифферента, величины прогиба и др.).

Обеспечение оперативного контроля всех параметров дока и своевременное принятие оптимального решения для оператора является сложной задачей. Любые ошибки докмейстера могут привести к увеличению времени докования, соответственно к дополнительным финансовым затратам, а также, возможно, и повреждению как дока, так и самого судна. Поскольку операции докования проводятся с целью выполнения ремонтных работ корпуса судна, то увеличение

времени докования может привести к ухудшению экологической обстановки вследствие дополнительных выбросов в окружающую среду топлива и других токсичных веществ.

Мета дослідження

Для повышения безопасности и оптимизации процесса докования была разработана система, позволяющая автоматизировать контроль всех необходимых устройств плавучего дока и управление доковыми операциями.

Викладення основного матеріалу

Система производит контроль состояний элементов управления и основных параметров дока и выдачу световой и звуковой сигнализации об их отклонении от нормальных значений, а также выработку команд управления исполнительными устройствами в соответствии с заданными алгоритмами.

Система может работать в дистанционном и автоматическом режимах.

Техногенна безпека

В дистанционном режиме докмейстер на основе информации предоставленной самостоятельно управляет элементами дока. Система автоматизирует некоторые его действия и защищает от возможных ошибок. При этом, с использованием модели дока, для заданного состояния элементов управления производится прогноз состояния дока во времени и в случае возможного достижения основных параметров дока предельно допустимых значений выдается соответствующее предупреждение. При недопустимых случайном задании команд управления осуществляется их блокировка и выдача оповещения.

В автоматическом режиме система сама выполняет управление элементами и процессом докования в целом без участия оператора по заданному алгоритму.

В автоматическом режиме обеспечивается оптимизация команд управления для достижения конечного результата с минимальными энергозатратами и потерями времени докования.

Система представляет собой аппаратно-программный комплекс, построенный как иерархическая система с распределенными микроконтроллерными средствами. Структурная схема автоматизированной системы представлена на рисунке 1.

Архитектура системы управления – двухуровневая: верхний и нижний уровни управления.

Верхний уровень предназначен для централизованного отображения технологических параметров, технологических сооружений и дистанционного управления ими.

Централизованный контроль и управление осуществляются с монитора ЭВМ морского исполнения.

Нижний уровень предназначен для сбора измерительной и оповестительной информации и выдачи управляющих сигналов на пусковую аппаратуру механизмов, а также для дальнейшей выдачи информации на верхний уровень и передачи управляющих воздействий с верхнего уровня на технологическое оборудование.

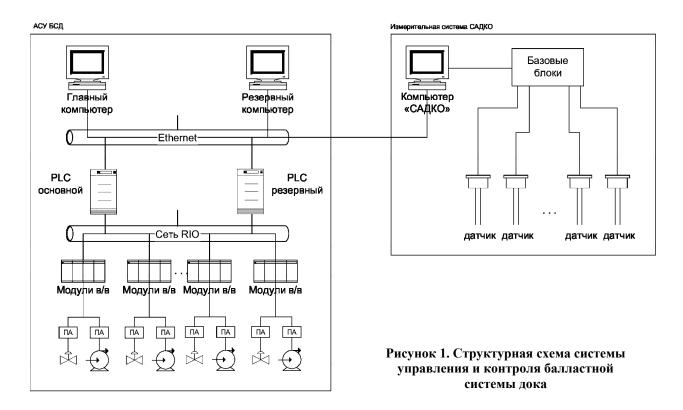
Для управления агрегатами и механизмами технологических сооружений в основу положен принцип "импульсного" управления, то есть воздействие управляющих сигналов осуществляется импульсом длительностью достаточной для выполнения соответствующей команды.

В качестве верхнего уровня используется ЭВМ морского исполнения, через которую осуществляется централизованный сбор информации, контроль и управление.

В качестве нижнего уровня использованы процессорные модули и модули ввода/вывода.

В качестве системы автоматизированного дистанционного контроля уровней забортной воды и уровней в балластных отсеках [3], крена, дифферента и прогиба дока использован аппаратно-программный комплекс "САДКО". Информация об уровне балласта в балластных отсеках передается от АПК "САДКО" в систему АСУ БСД через интрасеть и используется для управления задвижками и насосами в соответствии с заданным алгоритмом.

Все модули системы подключены к сети Ethernet топологии "звезда", т.о. разрыв сети в любом месте не нарушает связь [2].



Для управления доковыми операциями были использованы промышленные микроконтроллеры Quantum производства французской фирмы Schneider Electric. пригодные для эксплуатации в морских Контроллеры Quantum условиях. являются высокопроизводительными процессорами приложений со сложными процессами управления в реальном времени, имеют мощное встроенное программное обеспечение и функции автоматизации. Встроенные средства резервирования контроллеров и сети, а также возможность конфигурации состояния аналоговых и дискретных выходов в случае отказа, позволяют повысить надежность разрабатываемой системы. Контроллеры легко программируются и имеют поддержку множества языков логики стандарта ІЕС 1131-3, что позволяет легко автоматизировать часть системы уже на уровне самого контроллера.

Контроллер Quantum разработан на базе модульной, расширяемой архитектуры. При этом используются центральные процессоры (CPU), модули ввода/вывода (I/0), источники питания (PS), а также дополнительные сервисные модули связи и обработки информации [1].

Процессорный модуль представляет собой высокоуровневую вычислительную систему, имеющую собственную встроенную операционную систему и память данных и программ. Эти программы используются для выполнения специальных функций типа логической обработки

сигналов, изменения последовательности действий, измерения интервалов времени, математических вычислений, а также управление с помощью цифровых и аналоговых выходов для различных типов агрегатов и процессов.

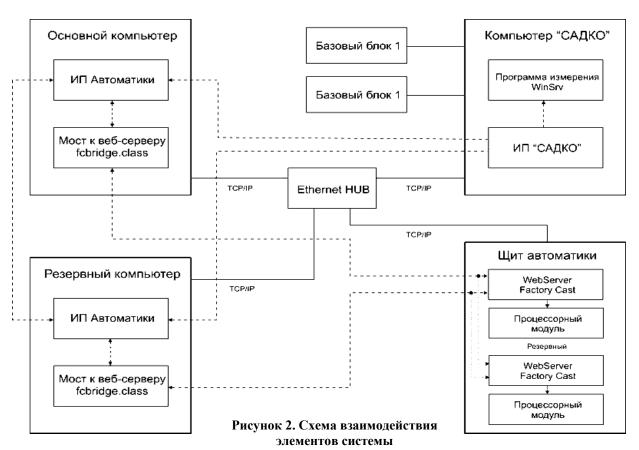
Модули ввода/вывода Quantum являются электрическими преобразователями сигналов, которые преобразуют сигналы, вводимые от различных датчиков к уровням и формату сигналов, которые могут обрабатываться центральным контроллером и формируют выходные сигналы на исполнительные механизмы.

Применение высокоуровневых контроллеров позволяет перенести часть алгоритмов на более низкий уровень, независящий от компьютеров автоматики.

Система обладает повышенной надежностью благодаря резервированию основных модулей системы (главного компьютера, а также главного процессорного модуля Quantum).

Разработанное программное обеспечение (ПО) осуществляет дистанционный контроль и управление исполнительными механизмами дока: производит пуск, остановку и блокировку пуска балластных насосов, открытие и закрытие затворных элементов по заданным алгоритмам; управляет операциями докования (погружение и всплытие), осуществляет контроль за состояниями всех механизмов и устройств, а также контроль параметров посадки дока.

Программа производит диагностику



Техногенна безпека

исправности компьютеров, модулей и микропроцессоров, ведет журналы событий, сигнализирует аварийные состояния визуально и звуком сирены.

Схема взаимодействия основных элементов системы показана на рисунке 2.

Основной и резервный компьютеры состоят из интерфейса пользователя и моста fcbridge. Fcbridge – это программа для связи с контроллером и обмена с ним информацией.

Основной и резервный компьютеры работают вместе, однако резервный находится в режиме ожидания (следит за основным) и, при выходе из строя основного, берет на себя управление.

Данные в контроллер приходят через модуль "Web Server FC", который позволяет передавать данные по сети Ethernet.

Аналогичным образом работают и контроллеры. Резервный контроллер следит за основным и, в случае поломки, становится активным. Причем, происходит это на уровне тактов контроллера.

Как уже было сказано, информацию о параметрах посадки дока и уровнях воды предоставляет измерительная подсистема "САДКО". На основании этих данных производится коррекция положения дока путем открытия или закрытия необходимых задвижек. Для управления задвижкой программа формирует управляющий сигнал и посылает его на преобразователь fcbridge, который затем посылает его в контроллер.

Программа может работать в дистанционном и автоматическом режимах. В дистанционном режиме

работы программы оператор может управлять исполнительными механизмами. В автоматическом режиме программа сама управляет механизмами по заданным алгоритмам.

Для проверки работоспособности системы, а также для обучения технического персонала дока использовалась имитационная модель дока (рис. 2), позволяющая имитировать основные параметры дока при воздействии управляющих сигналов.

В качестве входных параметров модели используется набор значений: крен (θ), дифферент (ψ), прогиб (Π), осадка (D), уровни заполнения балластных отсеков (Yp).

Начальные данные поступают на вход алгоритма управления докованием (автоматическое погружение и всплытие). Алгоритм формирует список исполнительных устройств (ИУ) и команды для них. Список элементов передается эмулятору исполнительных механизмов. Состояние элементов передается в математическую модель расчета уровней в балластных отсеках и осадки с учетом конструкции дока и его элементов.

Выходные величины модели расчета уровней (Ур_i, i=1...32), и осадки (D) поступают на вход алгоритма расчета приращений крена $\Delta\theta$, дифферента $\Delta\psi$, прогиба $\Delta\Pi$, осадки (Δ D) и уровней в БО (Δ Ур_i). С учетом данных приращений рассчитываются новые значения входных параметров модели. После чего работа повторяется по новому циклу.

Критерием правильности работы алгоритма докования является вывод дока в состояние, для которого значения входных параметров являются

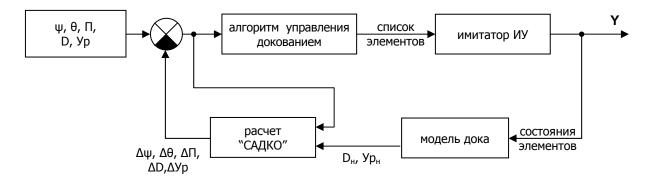


Рисунок 2. Имитационная модель дока

Література

- 1. 840 USE 50300 eng. Schneider Automation GmbH. 2002.
- Марк А. Спортак, Франк Ч. Паппас High-perfomance networking. DiaSoft, 1998, 421c.
- Применение метода импульсной рефлектометрии для измерения уровня и расстояния до раздела жидких сред / Б.Н. Гордеев, А.Ю. Грешнов, Ю.Д. Жуков, Е.О. Прищепов // Электромеханика. – 1995. – № 4.