

Содержание

Список используемых сокращений	8
Введение	9
Глава 1 Анализ состояния вопроса и постановка задачи исследования	13
1.1 Анализ состояния вопроса	13
Глава 2 Имя главы	15
2.1 Имя раздела	15
2.1.1 Имя подраздела	15
Глава 3 Глава	16
3.1 Раздел	16
Заключение	17
Список литературы	18
Приложение А Имя приложения	20

Список используемых сокращений

ЧПУ — Числовое Программное Управление

MES — Manufacturing Execution System

ERP — Enterprise Resource Planning

SCADA — Supervisory Control And Data Acquisition

ППВМ — Программируемая Пользователем Вентильная Матрица

FPGA — Field-programmable Gate Array

XML — eXtensible Markup Language

Введение

Анализируя тенденции современного производства, стоит отметить одно наиболее важное изменение — переход от массового производства конвейерного типа к гибким автоматизированным и роботизированным производственным комплексам. Начало распространения комплексной автоматизации было обусловлено множеством технических предпосылок, и в первую очередь — это появление в начале 80-х годов достаточно мощных микропроцессоров и носителей памяти, а также удешевление и распространение компьютерной техники, что позволяло разрабатывать и внедрять такие системы. Естественно, одним из направлений автоматизации являлась автоматизация технологического оборудования. Благодаря научно-техническому прогрессу в этой области, удалось создать точное высококласное оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ) и привести его к такому виду, каким оно является сейчас.

В настоящее время информационные технологии распространяются повсеместно, и данный процесс не обходит стороной и производственную сферу. Фактически, промышленность вступает в новую эпоху Четвертой промышленной революции (известной также как Индустрия 4.0¹), которая влечет за собой массовое внедрение киберфизических систем на производстве. На предприятиях присутствует огромное количество задач разных уровней, решение которых должно быть автоматизировано. Для этого применяется совокупность информационно-управляющих систем иерархически связанных друг с другом: ERP системы, MES, SCADA системы и встроенные системы полевого уровня. Однако не стоит забывать, что технологическое оборудование, являясь одной из важнейших

¹Индустрия 4.0 — это понятие, введенное в Германии в 2011 году, обозначает собой государственную программу поддержки и развития промышленности, главной стратегией которой является интеграция киберфизических систем в производственные процессы.

частей производства в целом, представляет собой не менее сложную информационно-управляющую систему. И облегчение процесса внедрения оборудования в общую производственную сеть является одной из главных задач Индустрии 4.0.

На данный момент в России уже предпринимаются попытки решения данной проблемы, так, например, разрабатывается и применяется платформа промышленного интернета Winnum² [1]. Она позволяет считывать и обрабатывать данные с разнообразных станков и подсоединять их к общей производственной сети с помощью дополнительного узла. Интеграция в сеть с использованием такого узла требует трудоемких настроек, что обусловлено существенными различиями в организации систем управления производителями технологического оборудования, однако является приемлемой как временная мера на этапе перехода.

В наши дни система управления технологическим оборудованием представляет собой монолитную систему, части которой жестко интегрированы и неотъемлемы друг от друга. Все это вызывает необходимость создания дополнительного слоя управления над таким оборудованием для объединения его с современной киберфизической системой, что в свою очередь требует значительных финансовых и временных затрат. Очевидно, что необходим пересмотр самой парадигмы проектирования оборудования с ЧПУ. Нужно рассматривать любое новое оборудование с точки зрения возможности включения его в единую информационно-телекоммуникационную среду с использованием открытого протокола.

Все вышеперечисленное указывает на **актуальность** рассматриваемой темы и доказывает необходимость как пересмотра парадигмы построения ЧПУ систем в целом, так и компонентов системы управления, в том числе и человеко-машинного интерфейса.

²Winnum — это платформа промышленного интернета, главными задачами которой являются мониторинг, диагностика и оптимизация производственных процессов и оборудования.

Также стоит отметить, что данная работа имеет не только **научную новизну**, определяемую подходом, применяемым к реализации компонента графического интерфейса технологического оборудования, но и **практическую ценность**, поскольку прогнозируемое повсеместное внедрение информационных технологий и образование промышленного интернета вещей [2, 3] > создает необходимость в гибком доступе к управляющей системе.

Объектом исследования является пользовательский интерфейс системы управления технологическим оборудованием. В качестве **предмета исследования** рассматриваются методики и инструменты, применяемые для его создания.

Целью данной работы является обоснование применения структурно-модульного подхода к разработке графического интерфейса системы управления технологическим оборудованием. Для этого требуется решить следующие основные **задачи**:

- Рассмотреть существующие методы и инструменты создания графического пользовательского интерфейса.
- Определить, какие требования к данному компоненту предъявляет модульная система управления, а также определить роль, которую занимает данный компонент, в соответствии с выбранной архитектурой системы управления.
- Создать компонент пользовательского интерфейса и библиотеку базовых графических элементов.

Структура магистерской диссертации приведена далее. Магистерская диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, библиографии и 3(?) приложений.

В введении рассматриваются актуальность темы работы, степень

её исследования, а также объект и предмет исследования. Также сформулированы цель и задачи работы.

В первой главе рассматриваются существующие методы и инструменты создания графического пользовательского интерфейса, проводится их сравнительный анализ.

В второй главе рассмотрена выбранная архитектура системы управления и роль компонента графического интерфейса в данной архитектуре, определен перечень требований, которые предъявляет модульная система управления технологическим оборудованием, а также приведены решения, принятые с целью выполнения данных требований.

В третьей главе демонстрируется работа разработанного компонента пользовательского интерфейса.

В заключении приводятся результаты и выводы.

Глава 1

Анализ состояния вопроса и постановка задачи исследования

1.1 Анализ состояния вопроса

В последнее десятилетие стали активно проводиться работы по интеллектуализации производства. Разработчики стремятся, чтобы вещи, которыми раньше управляли в ручную или с помощью жестких автоматических систем, получали доступ в сеть и сами договаривались о выполняемых работах. Технологическое оборудование является одной из ключевых и дорогостоящих частей производства, и для того, чтобы интегрировать его в обновленную производственную и технологическую среду, необходимо произвести обширные как научные, так и инженерные исследования.

Так, например, исследователи из университетов Керетаро и Гуанахуато в Мексике работают над созданием мультиагентной платформы для управления технологическим оборудованием [4]. Данная система называется MADCON¹ и представляет собой платформу с открытой архитектурой, основанную на мультиагентных программно-аппаратных модулях. Цель разработчиков – создание такой платформы, которая бы удовлетворяла требованиям реконфигурируемости для интеллектуальных машин следующего поколения. Аппаратные модули данной системы базируются на программируемых вентильных матрицах (ППВМ), также известных как FPGA, а программные модули используют XML для описания функций системы и графического интерфейса.

Аналогичные работы проводятся и в России. Например, ученые

¹MADCON – Multi-Agent Distributed Controller

из Московского государственного технологического университета «СТАНКИН» предлагают подход к построению переносимого ядра ЧПУ на основе платформы независимых библиотек [5]. Открытая архитектура данной системы ЧПУ включает в себя уровни абстракции для реализации различных человеко-машинных интерфейсов, а также имеет возможность описания компонентов системы на различных языках программирования. Компоненты системы связываются между собой по протоколам семейства Fieldbus², например, SERCOS [7, 8], EtherCAT, CAN-bus [9], Modbus [10] и т.д. Более того, специалисты университета самостоятельно разработали часть программно-аппаратных компонентов. Человеко-машинный интерфейс в данной системе обеспечивается тремя видами взаимодействия: с использованием физической стойки управления, удаленного устройства управления и веб-терминала, доступного с любого устройства с выходом в сеть.

В других странах также ведутся работы в этом направлении. В Хуажжунском университете науки и технологии в Китае разрабатывают платформу для создания открытых ЧПУ систем [11]. Основными её задачами является упрощение и сопровождение разработки переиспользуемых модулей и интеграция их в прикладную систему управления. Кроме того, данная платформа включает инструменты моделирования и тестирования получаемых систем.

²Fieldbus – семейство протоколов помпышленных сетей, используемых для распределенного контроля в реальном времени, описывается стандартом IEC 61158 [6]

Глава 2

Имя главы

2.1 Имя раздела

2.1.1 Имя подраздела

Глава 3

Глава

3.1 Раздел

Заключение

Список литературы

1. Winnum Platform [Электронный ресурс]. URL: <http://www.winnum.ru> (дата обращения: 12.04.2017).
2. Grinin L. E., Grinin A. L., Korotayev A. Forthcoming Kondratieff wave, Cybernetic Revolution, and global ageing // Technological Forecasting and Social Change. 2017. Vol. 115. P. 52 – 68.
3. Zezulka F., Marcon P., Vesely I., Sajdl O. Industry 4.0 An Introduction in the phenomenon // IFAC-PapersOnLine. 2016. Vol. 49, no. 25. P. 8 – 12.
4. Morales-Velazquez L., de Jesus Romero-Troncoso R., Osornio-Rios R. A. et al. Open-architecture system based on a reconfigurable hardware-software multi-agent platform for CNC machines // Journal of Systems Architecture. 2010. Vol. 56, no. 9. P. 407 – 418.
5. Grigoriev S. N., Martinov G. M. Research and Development of a Cross-platform CNC Kernel for Multi-axis Machine Tool // Procedia CIRP. 2014. Vol. 14. P. 517–522. 6th CIRP International Conference on High Performance Cutting, HPC2014.
6. Industrial communication networks - Fieldbus specifications - Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series: Standard: International electrotechnical commission, 2014.
7. Adjustable speed electrical power drive systems - Part 7-1: Generic interface and use of profiles for power drive systems - Interface definition: Standard: International electrotechnical commission, 2015.
8. Industrial communication networks - Profiles - Part 1: Fieldbus profiles: Standard: International electrotechnical commission, 2014.
9. Road vehicles – Controller area network (CAN) – Part 1: Data link layer and physical signalling: Standard: International Organization for Standardization, 2015.

10. Modicon Modbus Protocol Reference Guide, 1996.
11. Bin L., Yun-fei Z., Xiao-qi T. A research on open CNC system based on architecture/component software reuse technology // Computers in Industry. 2004. Vol. 55, no. 1. P. 73 – 85.

Приложение А

Имя приложения