

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 23.08.2023 17:27:57
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕ-
НИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»
для студентов направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, Передача и распределение электрической
энергии в системах электроснабжения

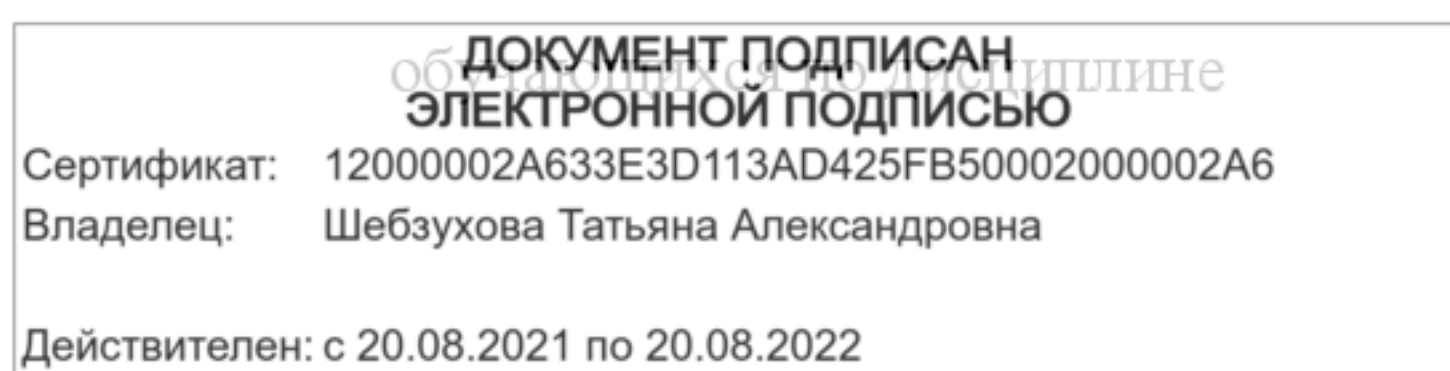
**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Содержание

№ п/п		Стр.
	Введение	
1.	Цель и задачи изучения дисциплины	
2.	Оборудование и материалы	
3.	Наименование лабораторных работ	
4.	Содержание лабораторных работ	
4.1	Лабораторная работа №1. Дистанционное управление и отображение режимных параметров в централизованных комплексах диспетчерского управления	
4.2	Лабораторная работа №2. Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии в централизованных комплексах диспетчерского управления	
4.3	Лабораторная работа №3. Быстродействующая система передачи сигналов противоаварийной автоматики в централизованных комплексах диспетчерского управления	
4.4	Лабораторная работа №4. Оптимизация потерь электрической энергии в распределительных сетях за счет регулирования мощностей генерирующих электростанций	
4.5	Лабораторная работа №5. Оптимизация потерь электрической энергии в распределительных сетях за счет регулирования напряжения в узлах сети	
4.6	Лабораторная работа №6. Децентрализованные комплексы релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем	
4.7	Лабораторная работа №7. Централизованные комплексы релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем	
7.8	Лабораторная работа №8. Централизованная интеллектуальная защита распределительной сети	
5	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1	Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2	Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы	



5.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Приложения

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

Целью работы в лаборатории является углубление и закрепление приобретенных теоретических знаний путем экспериментальной проверки теоретических положений, а также знакомство с электронными компонентами, оборудованием, измерительными приборами и аппаратурой, используемыми в лаборатории.

В результате выполнения лабораторных работ студенты должны приобрести умения и навыки по сборке и исследованию электронных схем и приборов, измерениям электрических величин. Тематика лабораторных работ полностью соответствует содержанию основных разделов курса, изучаемого в высших технических учебных заведениях. В предлагаемом учебном пособии описано одиннадцать лабораторных работ. В описании каждой лабораторной работы сформулирована ее цель, изложены основные теоретические положения, описана схема установки для проведения экспериментального исследования, даны рекомендации по проведению опытов и обработке результатов измерений, а также контрольные вопросы.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Целями изучения данной дисциплины являются формирование систематизированных знаний в области современных средств передачи информации и управления в электроэнергетических системах, информационных основ управления, анализ информационных потоков, способы их передачи и надежность функционирования телемеханических комплексов, функционирование технических средств сбора, передачи и отображения оперативно-диспетчерской информации.

Задачи дисциплины:

- Ознакомление с информационными основами диспетчерского управления электроэнергетическими системами и энергообъектами: со способами преобразования информации о режимных параметрах электроэнергетических систем и их отдельных объектов, с видами информации, необходимой для диспетчерского управления, принятие и обоснование конкретных технических решений при разработке структур систем диспетчерского управления
- Ознакомление с техническими средствами сбора, передачи и отображения информации.
- Формирование системных и профессиональных навыков по организации диспетчерского управления на разных пространственно-временных иерархиях с использованием математических моделей сложных систем и применением инновационных технологий.
- Формирование профессиональных и исследовательских навыков по реализации диспетчерского управления при функционировании электрических сетей, в том числе и активно-адаптивных сетей.

2. Оборудование и материалы

Аппаратные средства:

- Научно-исследовательский комплекс «Централизованные средства защиты, автоматизации и управления электроэнергетических систем», исполнение стендовое компьютерное.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения. Переносной ноутбук, проектор, доска магнитно-мар-

Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

3. Наименование лабораторных работ

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
3 семестр			
1	Лабораторная работа №1. Дистанционное управление и отображение режимных параметров в централизованных комплексах диспетчерского управления. Изучить принципы реализации системы передачи, обработки и отображения сигналов телеизмерений и теле сигнализации и телеуправления.	1,5	
2	Лабораторная работа №2. Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии в централизованных комплексах диспетчерского управления. Изучить принципы реализации системы учета электроэнергии.	1,5	
3	Лабораторная работа №3. Быстродействующая система передачи сигналов противоаварийной автоматики в централизованных комплексах диспетчерского управления. Изучить принципы реализации системы передачи сигналов противоаварийной автоматики.	1,5	
4	Лабораторная работа №4. Оптимизация потерь электрической энергии в распределительных сетях за счет регулирования мощностей генерирующих электростанций. Изучить принципы дистанционного управления режимом работы электростанций.	1,5	
5	Лабораторная работа №5. Оптимизация потерь электрической энергии в распределительных сетях за счет регулирования напряжения в узлах сети. Изучить принципы дистанционного управления режимом работы электростанций и методы управления режимом работы распределительных сетей.	1,5	
6	Лабораторная работа №6. Децентрализованные комплексы релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем. Изучить принципы реализации комплекса релейной защиты и автоматики электростанции с применением типовых устройств.	1,5	
7	Лабораторная работа №7. Централизованные комплексы релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем. Изучить принципы реализации централизованного комплекса релейной защиты и авто-	1,5	

7 ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	матики электростанции, методы расчета уставок основных видов защит и исследовать селективность действия защит при различных видах повреждений.		
8	Лабораторная работа №8. Централизованная интеллектуальная защита распределительной сети. Изучить принципы реализации централизованного комплекса релейной защиты и автоматики электростанции, методы расчета уставок основных видов защит и исследовать селективность действия защит при различных видах повреждений.	3	
	Итого за 3 семестр:	13,5	
	Итого:	13,5	

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

4. Содержание лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Дистанционное управление и отображение режимных параметров в централизованных комплексах диспетчерского управления

Цель работы: Изучить принципы реализации системы передачи, обработки и отображения сигналов телеизмерений и теле сигнализации и телеуправления.

Основы теории:

Современные системы управления характеризуются территориальной и функциональной распределенностью устройств сбора данных и управления. Контроль хода технологического процесса и управление низовой автоматикой осуществляется оператором с автоматизированного рабочего места оператора (АРМ) или операторской станции, состоящей, как правило, из цветного графического дисплея с клавиатурой, установленных в операторском помещении. При необходимости установки АРМ-оператора в цеху используются промышленные рабочие станции со встроенной клавиатурой или выполненной в пыле- влагозащищенном исполнении.

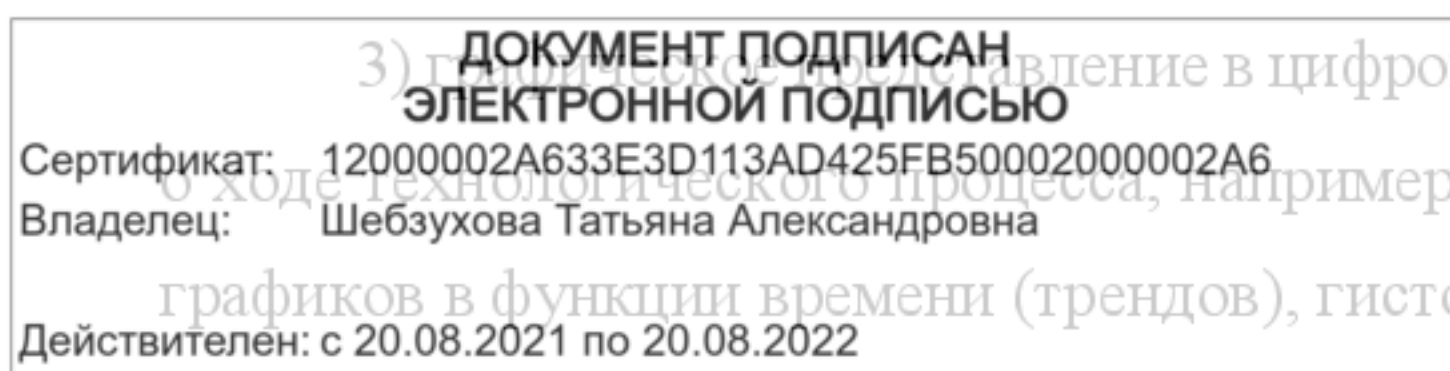
Представление данных в реальном масштабе времени о ходе технологического процесса, визуализация процесса в виде мнемосхем, составление отчетов и графиков, сигнализация отклонений параметров и другие необходимые функции осуществляются с помощью специального программного обеспечения SCADA-систем. SCADA-система (Supervisory Control And Data Acquisition – система сбора данных и оперативного диспетчерского управления) разрабатывалась, как универсальное многофункциональное программное обеспечение систем верхнего уровня, позволяющее оперативному персоналу наиболее эффективно управлять технологическим процессом. По мере развития программных и аппаратных средств наблюдается применение SCADA-систем на нижнем, контроллерном, уровне.

Основные функции SCADA- систем:

1) сбор данных о параметрах процесса, поступающих от контроллеров или непосредственно от датчиков и исполнительных устройств, например, значения температуры, давления и других параметров, положение клапана или вала исполнительного механизма;

2) обработка и хранение (архивирование) полученной информации. Под обработкой информации понимается выполнение функций фильтрации, нормализации, масштабирования, линеаризации для приведения данных к нужному формату;

3) представление информации в цифровой, символьной или иной форме информации, например, представление значений переменных в виде графиков в функции времени (трендов), гистограмм, анимация;



4) сигнализация изменений хода технологического процесса, особенно в предаварийных и аварийных ситуациях в виде системы алармов. При этом может осуществляться регистрация действий обслуживающего персонала в аварийных ситуациях;

5) формирование сводок, журналов и других отчетных документов о ходе технологического процесса на основе информации, собранной в архивах;

6) формирование команд оператора по изменению параметров настройки и режима работы контроллеров, исполнительных устройств (пуск-останов, открытие-закрытие);

7) автоматическое управление ходом технологического процесса в соответствии с имеющимися в SCADA-системах алгоритмами управления (ПИ– ПИД–регулирование, позиционное, нечеткое регулирование). Данные функции рекомендуется использовать для решения задач невысокого быстродействия.

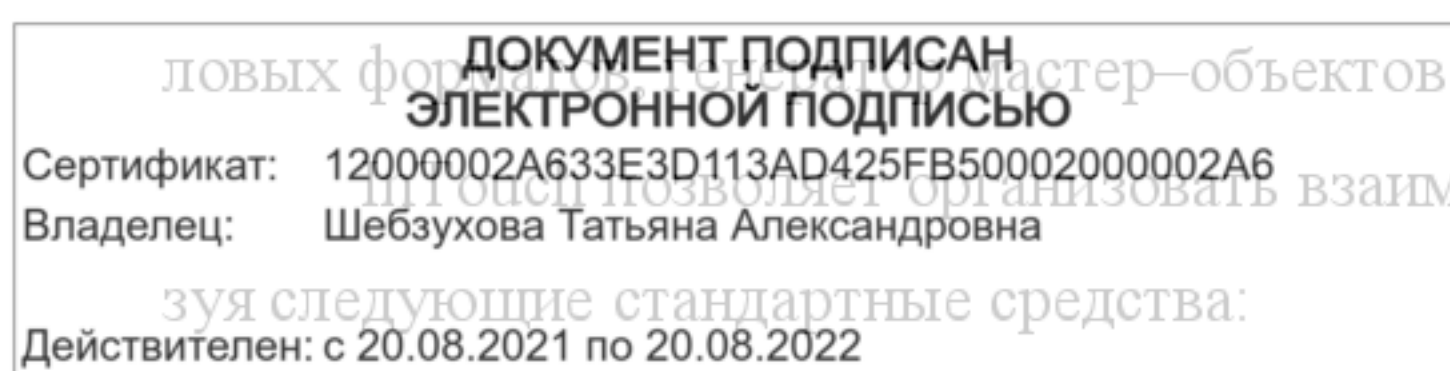
Таким образом, SCADA-системы являются мощным инструментом для разработки ПО верхнего уровня АСУ ТП. При этом от разработчика не требуется больших знаний в области программирования на языках высокого уровня.

SCADA-система InTouch ("Wonderware", США)

Программное обеспечение InTouch является объектно-ориентированным человеко-машинным интерфейсом (HMI – Human Machine Interface) для процессов сбора данных и управления, которое позволяет контролировать и управлять объектами и системами, используя графические объекты.

Основные функции HMI: отображение параметров объекта управления; отображение текущих и исторических трендов; отображение и регистрация аварийных сигналов. Средства объектно-ориентированного проектирования позволяют создавать динамические изображения, поддерживают их вращение, дублирование, копирование, вставку, стирание и др. операции. Анимационные связи поддерживают работу с дискретными, аналоговыми и строковыми переменными, горизонтальными и вертикальными движками и кнопками, а также связаны с размером и цветом текста, его местоположением, вращением и мерцанием. InTouch содержит библиотеку мастер-объектов (Wizard), включающую предварительно сконфигурированные вспомогательные средства – переключатели, ползунковые регуляторы, счетчики. Возможно создание собственных мастер-объектов применительно к конкретной системе.

Приложение Productivity Pack, являющееся дополнением к InTouch, содержит библиотеку более чем на 2000 мастер-объектов, универсальные средства просмотра на 200 фай-



- DDE-обмен (Dynamic Date Exchange – динамический обмен данными). Большинство серверов ввода-вывода (например, контроллеры) поддерживают DDE-обмен для передачи данных в InTouch-приложение, известное приложение Excel также использует DDE-механизм. Используя NetDDE, поставляемый с InTouch, пользователь получает возможность связи по DDE между задачами на разных компьютерах через сеть. Поддерживается связь между Windows, VNS и UNIX с помощью протоколов NetBIOS, TCP/IP и DecNET, а также через последовательный канал;

- OLE-технология (Object Linking and Embedding – включение и встраивание объектов). Используется для взаимодействия с др. пользовательскими приложениями;

- OPC - программы (OLE for Process Control – OLE для управления процессами).

InTouch 7.11, поддерживаемая ОС Windows NT, является одним из компонентов интегрированного пакета программного обеспечения для полной автоматизации производства Factory Suite 2000.

Компоненты Factory Suite используются на трех уровнях автоматизации:

- на контроллерном уровне (управление процессом с помощью ПЛК, УСО, рабочих станций);

- на уровне SCADA-систем (супервизорное управление технологическим процессом);

- на уровне MES-систем (оперативно-диспетчерское управление процессом).

Factory Suite построен на открытых технологиях COM, DCOM, OPC, ActiveX и содержит большое число серверов ввода-вывода, обеспечивающих связь с оборудованием, приборами и устройствами связи. Вся информация накапливается в реляционной базе данных реального времени Industrial SQL Server. За счет использования протокола SuiteLink обеспечивается высокое быстродействие (запись около 40000 параметров в секунду с частотой записи до 1мс), компактность хранения данных (2-х месячный архив из 4000 параметров занимает около 2 Мбайт дискового пространства). IndustrialSQL Server использует возможности Microsoft SQL Server, в том числе его возможности фильтрации, объединения и обработки данных для удобства их запроса и выборки. IndustrialSQL Server может автоматически обновлять статистические данные в виде сводных таблиц с заданной производительностью, фиксируя средние, а также максимальные и минимальные значения параметров. Данные из SQL сервера в виде отчетов могут передаваться путем Web-файла в Internet и далее удаленным пользователям, а также через GSM-модем запрашиваться и передаваться

потребителем. ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

ЛПЦ.

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

IndustrialSQL Server в FactorySuite входят приложения-клиенты текущих и архивных трендов, графиков и таб-

Помимо объектно-ориентированной графики, анимационных связей и библиотеки мастер–объектов, InTouch дает пользователям возможность удаленного доступа к источникам данных ввода-вывода (например, Microsoft Excel) без необходимости создания тэга (тэг – это запись базы данных, содержащая информацию о параметре процесса) в локальной базе данных тэгов. Другими функциями InTouch являются одновременная поддержка многочисленных источников алармов (поддержка от 1 до 999 приоритетов алармов). Алармы могут быть выведены на экран, записаны на диск и выведены на печать. Также InTouch позволяет создавать исторические тренды и тренды реального времени с возможностью одновременного отображения до 8-ми переменных (тренд реального времени поддерживает работу с четырьмя переменными). При этом каждая переменная читается из собственного файла. Возможен экспорт данных в Excel, файл данных или в канал DDE. Кроме того, пользователь может генерировать отчеты напрямую из проекта InTouch путем прямого форматирования экрана, выводить на печать или рассылать по электронной почте.

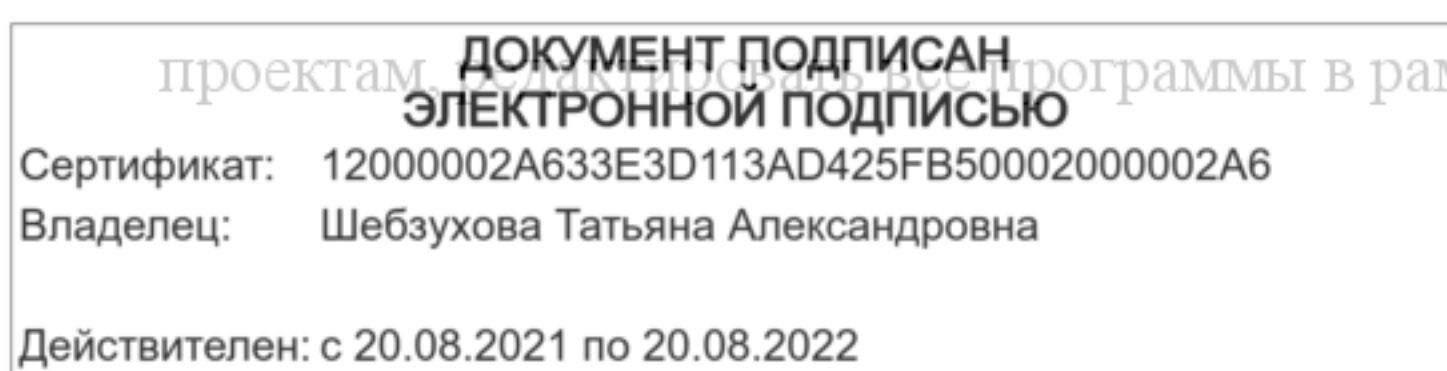
Благодаря наличию функции SPC (Statistical Process Control – Статистическое Управление Процессом) InTouch предоставляет возможность статистического управления процессом на уровне оператора. Также функции пакета поддерживают логические и математические выражения. Пользователь может выводить на экран действительные числа с одним знаком после запятой (при вычислениях используется плавающая арифметика с двойной точностью). Кроме того, пользователь может описывать свои собственные функции с добавлением их в меню.

Система паролей InTouch предоставляет встроенную систему доступа на 10000 уровней, гарантирующую надежную защиту системы.

Проекты с использованием InTouch широко используются в различных отраслях промышленности.

Пакет InControl – это система программирования и управления с открытой архитектурой реального времени, позволяющая создавать архитектуру SoftPLC с заменой традиционного ПЛК на PC, подключенный к устройствам ввода-вывода через локальные сети Profibus, Modbus и др. InControl поддерживает языки релейной логики (LD), последовательных функциональных схем (SFC) и структурированного текста (ST) по стандарту IEC 61131-3. Поддерживается технология ActiveX (ПИ-, ПИД-регуляторы, нечеткая логика и др.). Также допускается программирование с использованием традиционных языков программирования. Встроенный менеджер проектов позволяет организовать приложения по

проектам, документам, подписанным электронной подписью, в рамках одного проекта, присваивать приоритеты



на управление разным задачам. InControl поддерживает различные промышленные интерфейсы и сети – Profibus, DeviceNet, Interbus, DDE, SDS, Internet и др. Подобно другим компонентам FactorySuite InControl через набор мастер-объектов интегрируется с InTouch.

Пакет InTrack – система управления производственными процессами: от закупки сырья, материалов и комплектующих до выпуска готовой продукции. Различные схемы производственных процессов создаются в специальном графическом редакторе и включают мастер-объекты, среди которых есть производственные цепочки, материальные ресурсы, продукты и пр. Таким образом, в рамках одной прикладной программы совмещаются функции SCADA-системы и MES-системы (Manufacturing Execution System – Производственная исполнительная система). Использование DDE-обмена и OLE-технологии позволяют организовать связь с устройствами ввода-вывода, а также с системами верхнего уровня MRP (Management and material Resource Planning- система планирования ресурсов предприятия). InTrack включает в себя, подобно InTouch, тэги, текущие и исторические тренды, алармы, сценарные функции и мастер-объекты. За счет встроенных функций открывается возможность автоматизации задач учета, планирования и диспетчеризации производства.

InBatch – гибкая система управления процессами дозирования и смешения в металлургической, химической, пищевой и др. отраслях промышленности. Имеется возможность моделировать процессы, создавать рецепты и имитировать их исполнение, а также управлять реальным процессом. InBatch тесно интегрирован с InTouch, что позволяет оператору вести мониторинг периодических процессов дозирования и смешения. Кроме того, InBatch имеет набор функций для интеграции с ERP-системами (Enterprise Resource Planning – система планирования производства), в том числе осуществлять планирование сроков, материалов и производственных результатов производственных процессов.

FactorySuite Web Server с помощью утилиты Application Publisher выполняет функции преобразования созданных InTouch приложений в вид, доступный для просмотра с любого удаленного узла, и управления производственным процессом в режиме реального времени через Internet и Intranet.

В январе 2003 г. появилась новая версия InTouch 8.0 пакета FactorySuite A2 на платформе ArchestrA компании Invesys, объединяющей все компоненты FactorySuite A2. В числе новых компонентов – сервер приложений Industrial Application Server (IAS), пришедший на смену IndustrialSQL Server. IAS включает БД Galaxy со средой разработки приложений IDE (Integrated Development Environment) и средой исполнения. IAS обеспечивает

сбор и обработка информации в режиме РВ, управление подсистемами алармов и событий, сервисы управления данными и может быть полнофункциональным или распределенным (БД, компоненты, среда разработки и среда исполнения разнесены по рабочим станциям).

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

полнофункциональным или распределенным (БД, компоненты, среда разработки и среда исполнения разнесены по рабочим станциям).

IAS в отличие от InTouch 7.11 оперирует не с тэгами, а с объектами ("аналоговое устройство", "дискретное устройство", "платформа", "переключатель" и др.). Использование платформы ArchestrA обеспечивает интеграцию IAS, БД IndustrialSQL Server и SCADA-системы InTouch 8.0, сокращая время разработки приложений для автоматизации всего производства. ArchestrA, таким образом, заполняет нишу между АСУ ТП и ERP-системами верхнего уровня.

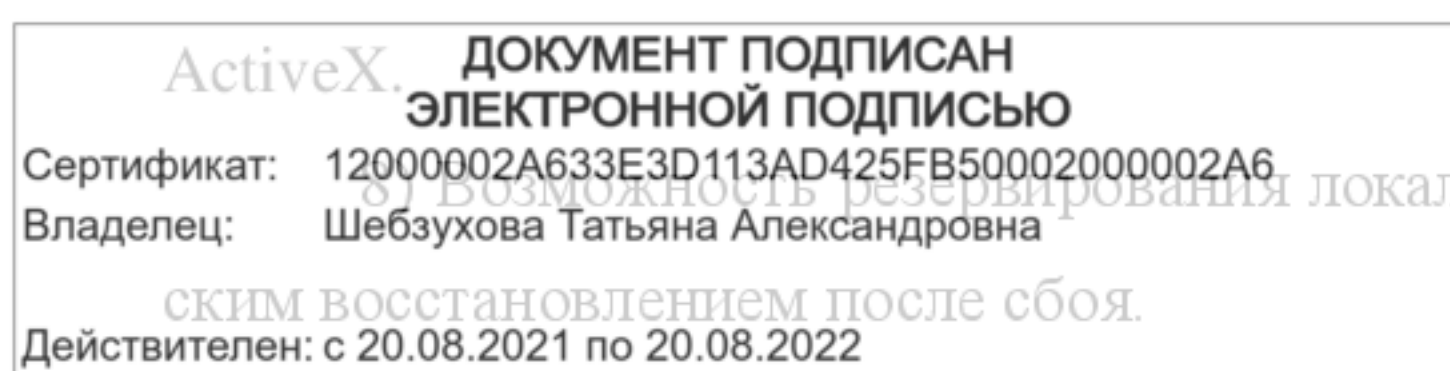
SCADA-система Trace Mode ("AdAstra Research Group", Россия)

Trace Mode – это 32-разрядная SCADA-система, имеющая сертификат Госстандарта РФ и широкое распространение в России и странах СНГ. Trace Mode является интегрированной SCADA/HMI и SoftLogic системой, когда разработка приложений для операторских станций и контроллеров производится в рамках одного проекта на базе единого ПО. За счет использования принципов автопостроения проекта сокращаются время его разработки и стоимость.

Архитектура системы Trace Mode – это клиент-серверная архитектура с использованием общей модели объектов DCOM для ОС Windows NT/2000/XP. Основу Trace Mode составляет мощный сервер и БД реального времени. Связь с клиентскими модулями, приложениями SCADA-систем, УСО и СУБД осуществляется через стандартные интерфейсы DCOM, OPC, HTTP, DDE, T-COM, ActiveX, SQL/ODBC.

Основные функции системы Trace Mode 5:

- 1) Модульная структура с числом каналов от 128 до 64000х16.
- 2) Встроенная поддержка российских контроллеров Ремиконт, Ломиконт, Ш711, КРУИЗ, МФК, ЭК2000 и др.
- 3) Поддержка международного стандарта на средства программирования контроллеров IEC 61131-3.
- 4) Библиотека драйверов контроллеров фирм Rockwell Automation, Siemens, Schneider Electric, Moeller, PEP, Fisher Rosemount и др.
- 5) Средства программирования PC-base контроллеров M1C2000, ROBO, Lagoon, TREI и др.
- 6) Встроенная система более 150 алгоритмов АСУТП, в том числе алгоритмы фильтрации, ПИ- и ПИД-регулирования, нечеткое и позиционное регулирование, ШИМ-преобразование и др., а также адаптивная настройка регуляторов.
- 7) Открытость для встраивания пользовательских алгоритмов и форм отображения



8) Возможность резервирования локальных сетей, датчиков, архивов с автоматиче-

Суть автопостроения, ускоряющего разработку проекта, заключается в автоматическом генерировании баз каналов операторских станций и контроллеров на основе информации о числе точек ввода-вывода, номенклатуре контроллеров и УСО, характере связи между ПК и ПЛК.

Благодаря автопостроению, разработка АСУ ТП сводится к следующему:

- В рабочем поле Редактора базы каналов размещаются иконки (объекты) контроллеров и операторских станций.
- Указываются число сигналов ввода-вывода и наличие информационного обмена между узлами.
- Запускается автопостроение, которое автоматически формирует базы каналов проекта.

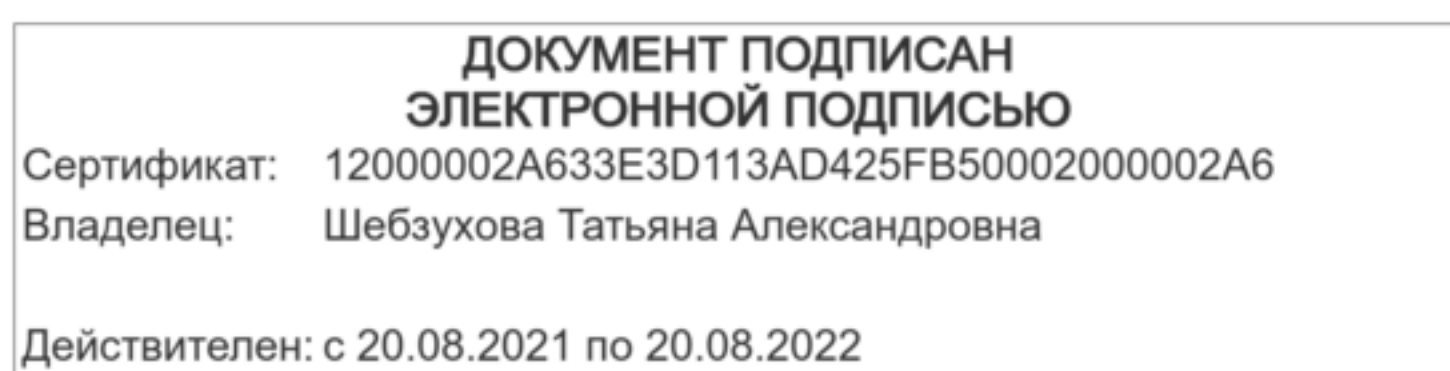
Разработка графического интерфейса осуществляется с помощью Редактора представления данных (аналогичного Редактору базы каналов), который позволяет создавать мнемосхемы технологических объектов и динамические объекты (гистограммы, тренды, бегущие дорожки и пр.). Библиотека объектов включает емкости, теплообменники, кнопки и др. Пользователь может на языке Visual Basic (VB) написать собственные формы как ActiveX и встроить их в Trace Mode. Возможна отладка проекта из редактора Trace Mode в режиме реального времени.

По протоколам TCP/IP, IPX/SPX, DCOM, DDE/NetDDE, OPC и др. осуществляется связь с офисными приложениями Excel, Access, MS SQL Server, Oracle, SyBase, BaseStar, R/3, программами ПАРУС и ГАЛАКТИКА на уровне АСУП.

Основу ПО диспетчерского уровня управления составляют МРВ. МРВ Trace Mode – это сервер реального времени, осуществляющий прием данных с контроллеров, управление процессом, визуализацию информации, расчет ТЭП, ведение архивов (с дискретностью 0,001 с).

Trace Mode содержит средства для разработки АРМ руководителя с помощью модулей Supervisor, которые предоставляют руководителю всю необходимую информацию о параметрах и состоянии технологического процесса.

Trace Mode позволяет создавать резервированные многоуровневые АСУ ТП масштаба предприятия на базе ведущих сетевых ОС с обменом по протоколу NetBios, NetBEUI, IPX/SPX, TCP/IP. Сетевые комплексы допускают структурирование с выделением следующих уровней: контроллеров, диспетчерского и административного.



Оформление отчетов о ходе технологического процесса осуществляется с помощью Сервера документирования. Сервер принимает данные от удаленных модулей и обрабатывает их в соответствии со сценариями. Готовые отчеты могут быть записаны в файл, выведены на печать, экспортированы в СУБД или представлены в Internet. Для обмена информацией по сети Internet используется Web-сервер Trace Mode. Технология тонкого клиента позволяет осуществлять визуализацию процесса, формировать тренды и алармы, формировать управляющие воздействия с помощью Web-браузера.

Trace Mode поддерживает технологии телеуправления через GSM и SMS. GSM-активатор для Windows NT предоставляет пользователям на сотовые телефоны отчеты тревог, позволяет передавать с сотового телефона команды управления, получать информацию по запросу с сотового телефона.

SCADA-система SIMATIC WinCC ("Siemens", Германия)

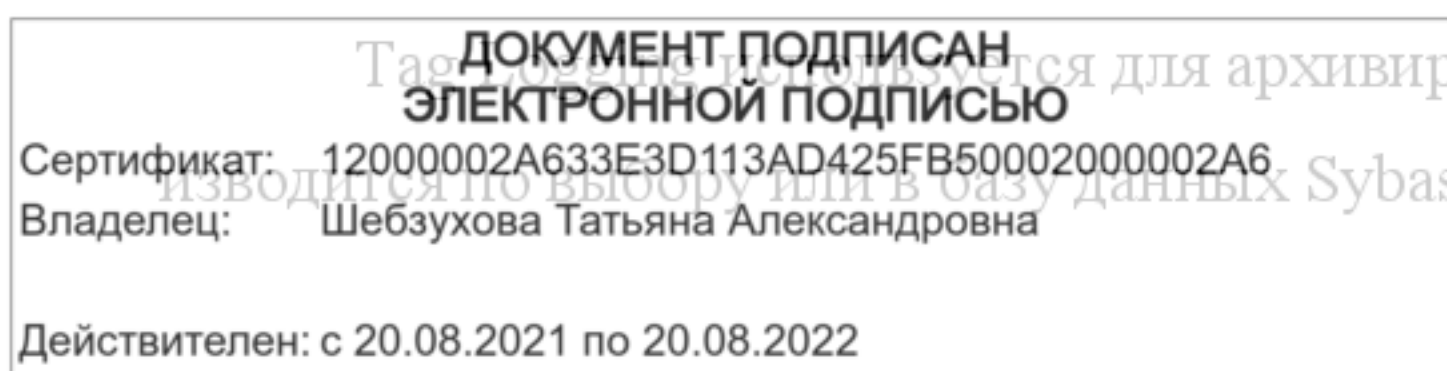
Основу WinCC составляет базовая система, поддерживающая основные интерфейсы SCADA-систем, - OPC, ActiveX, ODBC, SQL и др.

В состав базовой системы входят следующие компоненты: Control Center, Graphics Designer, Alarm Logging, Tag Logging, User Archiv, Report Designer, Global Scripts, User Administration.

Control Center выполняет следующие функции:

- 1) Обзор данных проекта и глобальных установок системы;
- 2) Запуск среды разработки или исполнения; формирование общей базы данных переменных и сообщений с контроллеров Simatic; осуществление коммуникаций с контроллерами;
- 3) Конфигурацию многопользовательской клиент-серверной сетевой системы.
- 4) Graphics Designer используется для создания мнемосхем и динамических графических элементов с использованием:
- 5) Стандартных объектов (текстов, линий, прямоугольников, кругов, статической графики и пр.);
- 6) Пользовательских объектов управления, ActiveX объектов;
- 7) Режимы On-line, поддержки OLE Automation.

Alarm Logging применяется для сбора и архивации событий в системе. Поступающие сообщения отображаются, а также могут генерировать звуковые сигналы тревоги. Сообщения могут подтверждаться оператором (квитироваться) в зависимости от степени важности.



Тег-данные могут использоваться для архивирования измеряемых величин. Архивация производится по выбору или в базу данных Sybase Anywhere, или в DBASE формат. Данные из

архива отображаются в виде кривых или таблиц. Возможно формирование данных для статистической оценки работы системы, а также импорт и экспорт архивов на внешний носитель.

User Archiv служит для хранения пользовательских данных в форме записей со свободно-параметрируемой структурой, определяемой пользователем. Доступ к базам данных осуществляется как через ODBC и SQL, так и через WinCC API.

Report Designer служит для генерации отчетов в свободно-программируемом формате, управляемых событиями или по времени. Генерируются протоколы поступающих сообщений, измеряемых величин и архивов, протоколы пользовательских отчетов, распечатки списков переменных и т.д.

Global Scripts служит для программирования действий, производимых с объектами, а также программ, выполняющихся в фоновом режиме. Функции, написанные пользователем на языке ANSI-C, могут считывать и устанавливать значения переменных, вызывать на экран новые изображения, генерировать сообщения об ошибках, генерировать протоколы, подключать динамические библиотеки (DLL) и пр.

User Administration служит для управления правами доступа пользователей в системе.

Ко всем перечисленным модулям WinCC имеет API интерфейс. Система поддерживается ОС Windows NT SP6 или Windows 2000 SP2 (системная шина PCI).

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

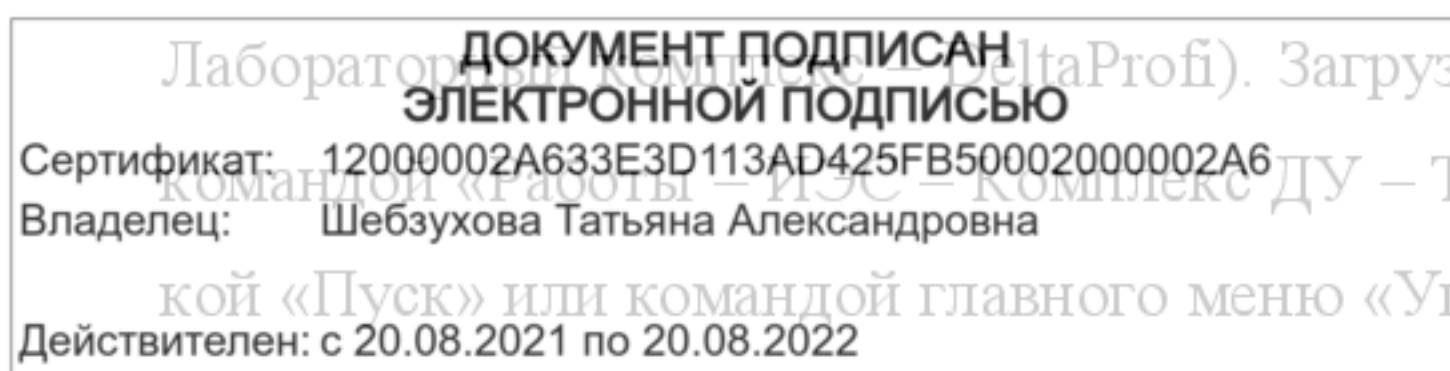
Указания по выполнению лабораторной работы:

1) На лабораторной стойке «Модель электростанции №1» собрать схему лабораторных испытаний, соответствующую режиму №1.

2) На лабораторной стойке «Модель электростанции №2» собрать схему лабораторных испытаний, соответствующую режиму №2.

3) Включить автоматы источников питания моделей электростанций №1 и №2.

4) На персональном компьютере централизованного комплекса диспетчерского управления (ЦКДУ) запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы –



Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Комплекс ДУ – ТСиТИ». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

5) На персональном компьютере модели электростанции №1 запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Электростанция №1 – ТСиТИ». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

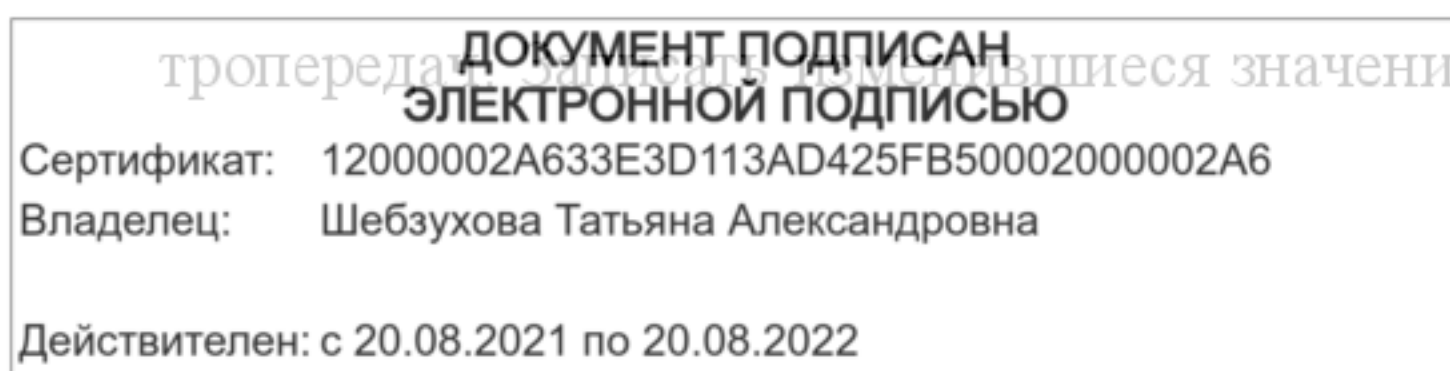
6) На персональном компьютере модели электростанции №2 запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Электростанция №2 – ТСиТИ». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

7) Исследовать работу электроэнергетической сети в режиме одностороннего питания. Для этого, дистанционно включить выключатели Q6 и Q7 электростанции №1 (щелчком левой кнопки мыши по изображению выключателя на мнемосхеме локального комплекса управления электростанции). Аналогичным образом включить выключатель Q6 на электростанции №2. На централизованном комплексе диспетчерского управления подать команды на включение выключателей линии электропередачи W1 со стороны электростанции №1 и №2. Записать текущие значения режимных параметров на электростанциях и ЦКДУ.

8) Включить выключатели линии электропередачи W2, подачей дистанционных команд с локальных комплексов управления станциями №1 и №2. Записать изменившиеся значения режимных параметров.

9) Исследовать работу электроэнергетической сети в режиме двухстороннего питания. Для этого, перевести тумблер SA1 разрешения работы частотного преобразователя в положение «Вперед». Изменяя положение потенциометра RP1 модуля преобразователя частоты, задать уставку по частоте 50Гц, соответствующую частоте вращения приводного двигателя 1500 об/мин. Подать дистанционную команду на включение генераторного выключателя Q3. Включить тумблер подачи питания «Сеть» модуля возбуждения. Плавное повышение сигнала задания потенциометром RP1, установить номинальный ток возбуждения генератора 0,8А. Увеличивая сигнал задания мощности приводного двигателя потенциометром RP1 перевести генератор в режим выдачи активной мощности 50 Вт. Записать текущие значения режимных параметров.

10) На ЦКДУ подать дистанционные команды на отключение одной из линий электропередачи. Записать изменившиеся значения режимных параметров. Внимание! При по-



тере устойчивости синхронного генератора, вызванного отключением одной из ЛЭП, необходимо отключить генератор от сети выключателем Q3 (дистанционно, на мнемосхеме локального комплекса управления электростанции №2).

11) Отключить генератор электростанции №2 от сети дистанционной командой отключения выключателя Q3. Перевести потенциометр RP1 модуля возбуждения в крайнее левое положение. Перевести потенциометр RP1 модуля «Преобразователь частоты» в крайнее левое положение. Отключить переключатель «Сеть» источника возбуждения синхронного генератора. Переключатель SA1 разрешения работы частотного преобразователя перевести в среднее положение.

12) На ЦКДУ подать команды теле отключения всех выключателей в электроэнергетической системе. Отключить автоматы источников питания моделей электростанций №1 и №2.

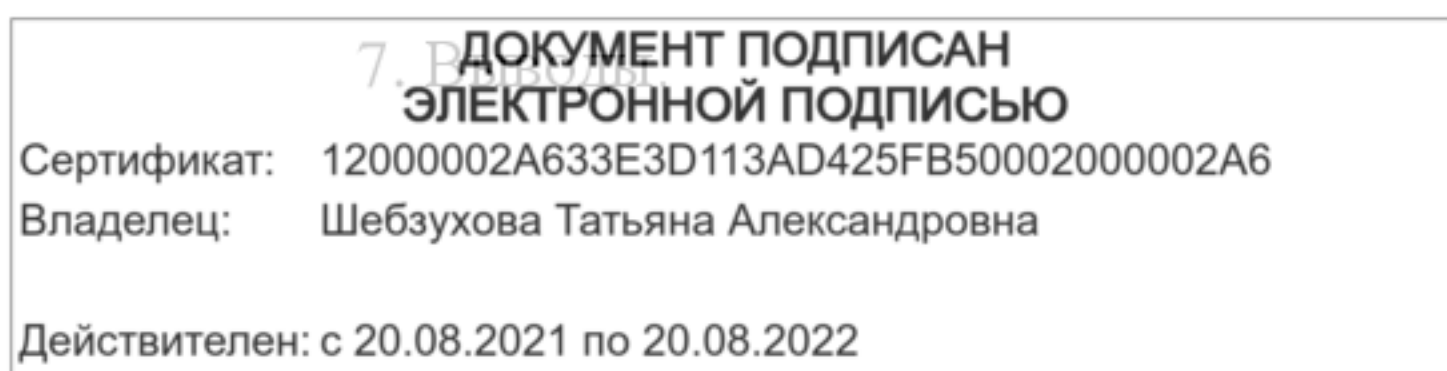
13) Остановить работу программ управления на электростанциях №1 и №2 кнопкой «Стоп», командой главного меню «Управление – Стоп» или горячей клавишей F6. Аналогичным образом, остановить работу программы управления на ЦКДУ. Внимание! При останове работы программ на локальных комплексах управления электростанциями, программное обеспечение на ЦКДУ выдает сообщение, о том, что один из клиентов информационной сети был отключен. Это не является ошибкой.

14) Проанализировать полученные данные, сделать выводы о влиянии параметров электроэнергетической сети на режим работы потребителей и статическую устойчивость синхронных генераторов. Оформить отчет по лабораторной работе. В отчете отразить, какие преимущества дает использование системы телеизмерений, теле сигнализации и телеуправления.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;



Контрольные вопросы:

1. Что называется системой ДУ и ТУ, основные понятия.
2. Условные обозначения объема ДУ и ТУ на однолинейных схемах.
3. Структурные схемы систем ДУ и ТУ.
4. Функции систем телемеханики: телеуправление (ТУ), телерегулирование (ТР), телесигнализация (ТС), телеизмерение (ТИ).
5. Основные системы ТМ применяемые в сетях 0,4-10 кВ.
6. Определение телеизмерения, основные телеизмеряемые величины в энергетике.
7. Функциональная схема ТИ.
8. Две группы сигналов для систем телесигнализации.
9. Погрешности тракта при передаче телеизмерений.
10. Сущность телеизмерений.
11. Устройство частотомера.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа №2. Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии в централизованных комплексах диспетчерского управления

Цель работы: Изучить принципы реализации системы учета электроэнергии.

Основы теории:

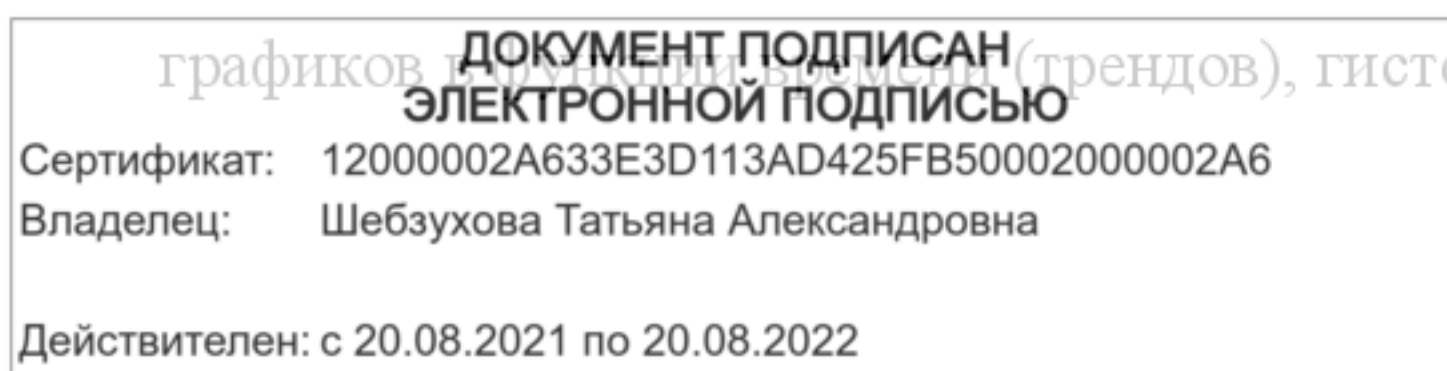
Современные системы управления характеризуются территориальной и функциональной распределенностью устройств сбора данных и управления. Контроль хода технологического процесса и управление низовой автоматикой осуществляется оператором с автоматизированного рабочего места оператора (АРМ) или операторской станции, состоящей, как правило, из цветного графического дисплея с клавиатурой, установленных в операторском помещении. При необходимости установки АРМ-оператора в цеху используются промышленные рабочие станции со встроенной клавиатурой или выполненной в пыле- влагозащищенном исполнении.

Представление данных в реальном масштабе времени о ходе технологического процесса, визуализация процесса в виде мнемосхем, составление отчетов и графиков, сигнализация отклонений параметров и другие необходимые функции осуществляются с помощью специального программного обеспечения SCADA-систем. SCADA-система (Supervisory Control And Data Acquisition – система сбора данных и оперативного диспетчерского управления) разрабатывалась, как универсальное многофункциональное программное обеспечение систем верхнего уровня, позволяющее оперативному персоналу наиболее эффективно управлять технологическим процессом. По мере развития программных и аппаратных средств наблюдается применение SCADA-систем на нижнем, контроллерном, уровне.

Основные функции SCADA- систем:

- 1) сбор данных о параметрах процесса, поступающих от контроллеров или непосредственно от датчиков и исполнительных устройств, например, значения температуры, давления и других параметров, положение клапана или вала исполнительного механизма;
- 2) обработка и хранение (архивирование) полученной информации. Под обработкой информации понимается выполнение функций фильтрации, нормализации, масштабирования, линеаризации для приведения данных к нужному формату;
- 3) графическое представление в цифровой, символьной или иной форме информации о ходе технологического процесса, например, представление значений переменных в виде

графиков, трендов, гистограмм, анимация;



4) сигнализация изменений хода технологического процесса, особенно в предаварийных и аварийных ситуациях в виде системы алармов. При этом может осуществляться регистрация действий обслуживающего персонала в аварийных ситуациях;

5) формирование сводок, журналов и других отчетных документов о ходе технологического процесса на основе информации, собранной в архивах;

6) формирование команд оператора по изменению параметров настройки и режима работы контроллеров, исполнительных устройств (пуск-останов, открытие-закрытие);

7) автоматическое управление ходом технологического процесса в соответствии с имеющимися в SCADA-системах алгоритмами управления (ПИ– ПИД–регулирование, позиционное, нечеткое регулирование). Данные функции рекомендуется использовать для решения задач невысокого быстродействия.

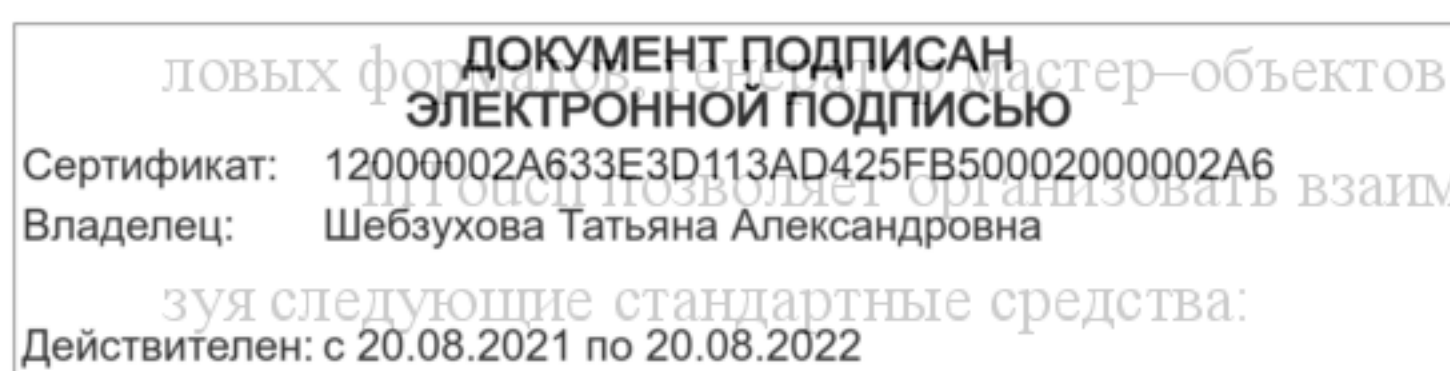
Таким образом, SCADA-системы являются мощным инструментом для разработки ПО верхнего уровня АСУ ТП. При этом от разработчика не требуется больших знаний в области программирования на языках высокого уровня.

SCADA-система InTouch ("Wonderware", США)

Программное обеспечение InTouch является объектно-ориентированным человеко-машинным интерфейсом (HMI – Human Machine Interface) для процессов сбора данных и управления, которое позволяет контролировать и управлять объектами и системами, используя графические объекты.

Основные функции HMI: отображение параметров объекта управления; отображение текущих и исторических трендов; отображение и регистрация аварийных сигналов. Средства объектно-ориентированного проектирования позволяют создавать динамические изображения, поддерживают их вращение, дублирование, копирование, вставку, стирание и др. операции. Анимационные связи поддерживают работу с дискретными, аналоговыми и строковыми переменными, горизонтальными и вертикальными движениями и кнопками, а также связаны с размером и цветом текста, его местоположением, вращением и мерцанием. InTouch содержит библиотеку мастер-объектов (Wizard), включающую предварительно сконфигурированные вспомогательные средства – переключатели, ползунковые регуляторы, счетчики. Возможно создание собственных мастер-объектов применительно к конкретной системе.

Приложение Productivity Pack, являющееся дополнением к InTouch, содержит библиотеку более чем на 2000 мастер-объектов, универсальные средства просмотра на 200 фай-



с другими приложениями, исполь-

- DDE-обмен (Dynamic Date Exchange – динамический обмен данными). Большинство серверов ввода-вывода (например, контроллеры) поддерживают DDE-обмен для передачи данных в InTouch-приложение, известное приложение Excel также использует DDE-механизм. Используя NetDDE, поставляемый с InTouch, пользователь получает возможность связи по DDE между задачами на разных компьютерах через сеть. Поддерживается связь между Windows, VNS и UNIX с помощью протоколов NetBIOS, TCP/IP и DecNET, а также через последовательный канал;

- OLE-технология (Object Linking and Embedding – включение и встраивание объектов). Используется для взаимодействия с др. пользовательскими приложениями;

- OPC - программы (OLE for Process Control – OLE для управления процессами).

InTouch 7.11, поддерживаемая ОС Windows NT, является одним из компонентов интегрированного пакета программного обеспечения для полной автоматизации производства Factory Suite 2000.

Компоненты Factory Suite используются на трех уровнях автоматизации:

- на контроллерном уровне (управление процессом с помощью ПЛК, УСО, рабочих станций);

- на уровне SCADA-систем (супервизорное управление технологическим процессом);

- на уровне MES-систем (оперативно-диспетчерское управление процессом).

Factory Suite построен на открытых технологиях COM, DCOM, OPC, ActiveX и содержит большое число серверов ввода-вывода, обеспечивающих связь с оборудованием, приборами и устройствами связи. Вся информация накапливается в реляционной базе данных реального времени Industrial SQL Server. За счет использования протокола SuiteLink обеспечивается высокое быстродействие (запись около 40000 параметров в секунду с частотой записи до 1мс), компактность хранения данных (2-х месячный архив из 4000 параметров занимает около 2 Мбайт дискового пространства). IndustrialSQL Server использует возможности Microsoft SQL Server, в том числе его возможности фильтрации, объединения и обработки данных для удобства их запроса и выборки. IndustrialSQL Server может автоматически обновлять статистические данные в виде сводных таблиц с заданной производительностью, фиксируя средние, а также максимальные и минимальные значения параметров. Данные из SQL сервера в виде отчетов могут передаваться путем Web-файла в Internet и далее удаленным пользователям, а также через GSM-модем запрашиваться и передаваться

потребителем. ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

ЛПЦ.

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

IndustrialSQL Server в FactorySuite входят приложения-клиенты текущих и архивных трендов, графиков и таб-

Помимо объектно-ориентированной графики, анимационных связей и библиотеки мастер–объектов, InTouch дает пользователям возможность удаленного доступа к источникам данных ввода-вывода (например, Microsoft Excel) без необходимости создания тэга (тэг – это запись базы данных, содержащая информацию о параметре процесса) в локальной базе данных тэгов. Другими функциями InTouch являются одновременная поддержка многочисленных источников алармов (поддержка от 1 до 999 приоритетов алармов). Алармы могут быть выведены на экран, записаны на диск и выведены на печать. Также InTouch позволяет создавать исторические тренды и тренды реального времени с возможностью одновременного отображения до 8-ми переменных (тренд реального времени поддерживает работу с четырьмя переменными). При этом каждая переменная читается из собственного файла. Возможен экспорт данных в Excel, файл данных или в канал DDE. Кроме того, пользователь может генерировать отчеты напрямую из проекта InTouch путем прямого форматирования экрана, выводить на печать или рассылать по электронной почте.

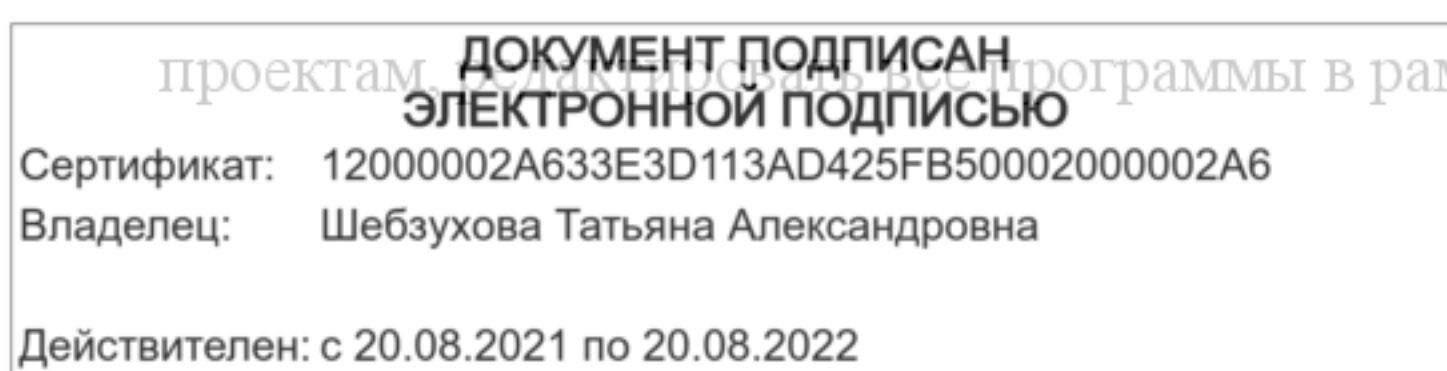
Благодаря наличию функции SPC (Statistical Process Control – Статистическое Управление Процессом) InTouch предоставляет возможность статистического управления процессом на уровне оператора. Также функции пакета поддерживают логические и математические выражения. Пользователь может выводить на экран действительные числа с одним знаком после запятой (при вычислениях используется плавающая арифметика с двойной точностью). Кроме того, пользователь может описывать свои собственные функции с добавлением их в меню.

Система паролей InTouch предоставляет встроенную систему доступа на 10000 уровней, гарантирующую надежную защиту системы.

Проекты с использованием InTouch широко используются в различных отраслях промышленности.

Пакет InControl – это система программирования и управления с открытой архитектурой реального времени, позволяющая создавать архитектуру SoftPLC с заменой традиционного ПЛК на PC, подключенный к устройствам ввода-вывода через локальные сети Profibus, Modbus и др. InControl поддерживает языки релейной логики (LD), последовательных функциональных схем (SFC) и структурированного текста (ST) по стандарту IEC 61131-3. Поддерживается технология ActiveX (ПИ-, ПИД-регуляторы, нечеткая логика и др.). Также допускается программирование с использованием традиционных языков программирования. Встроенный менеджер проектов позволяет организовать приложения по

проектам. Документ подписан электронной подписью в рамках одного проекта, присваивать приоритеты



на управление разным задачам. InControl поддерживает различные промышленные интерфейсы и сети – Profibus, DeviceNet, Interbus, DDE, SDS, Internet и др. Подобно другим компонентам FactorySuite InControl через набор мастер-объектов интегрируется с InTouch.

Пакет InTrack – система управления производственными процессами: от закупки сырья, материалов и комплектующих до выпуска готовой продукции. Различные схемы производственных процессов создаются в специальном графическом редакторе и включают мастер-объекты, среди которых есть производственные цепочки, материальные ресурсы, продукты и пр. Таким образом, в рамках одной прикладной программы совмещаются функции SCADA-системы и MES-системы (Manufacturing Execution System – Производственная исполнительная система). Использование DDE-обмена и OLE-технологии позволяют организовать связь с устройствами ввода-вывода, а также с системами верхнего уровня MRP (Management and material Resource Planning- система планирования ресурсов предприятия). InTrack включает в себя, подобно InTouch, тэги, текущие и исторические тренды, алармы, сценарные функции и мастер-объекты. За счет встроенных функций открывается возможность автоматизации задач учета, планирования и диспетчеризации производства.

InBatch – гибкая система управления процессами дозирования и смешения в металлургической, химической, пищевой и др. отраслях промышленности. Имеется возможность моделировать процессы, создавать рецепты и имитировать их исполнение, а также управлять реальным процессом. InBatch тесно интегрирован с InTouch, что позволяет оператору вести мониторинг периодических процессов дозирования и смешения. Кроме того, InBatch имеет набор функций для интеграции с ERP-системами (Enterprise Resource Planning – система планирования производства), в том числе осуществлять планирование сроков, материалов и производственных результатов производственных процессов.

FactorySuite Web Server с помощью утилиты Application Publisher выполняет функции преобразования созданных InTouch приложений в вид, доступный для просмотра с любого удаленного узла, и управления производственным процессом в режиме реального времени через Internet и Intranet.

В январе 2003 г. появилась новая версия InTouch 8.0 пакета FactorySuite A2 на платформе ArchestrA компании Invesys, объединяющей все компоненты FactorySuite A2. В числе новых компонентов – сервер приложений Industrial Application Server (IAS), пришедший на смену IndustrialSQL Server. IAS включает БД Galaxy со средой разработки приложений IDE (Integrated Development Environment) и средой исполнения. IAS обеспечивает

сбор и обработка информации в режиме РВ, управление подсистемами алармов и событий, сервисы управления данными и может быть полнофункциональным или распределенным (БД, компоненты, среда разработки и среда исполнения разнесены по рабочим станциям).
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

полнофункциональным или распределенным (БД, компоненты, среда разработки и среда исполнения разнесены по рабочим станциям).

IAS в отличие от InTouch 7.11 оперирует не с тэгами, а с объектами ("аналоговое устройство", "дискретное устройство", "платформа", "переключатель" и др.). Использование платформы ArchestrA обеспечивает интеграцию IAS, БД IndustrialSQL Server и SCADA-системы InTouch 8.0, сокращая время разработки приложений для автоматизации всего производства. ArchestrA, таким образом, заполняет нишу между АСУ ТП и ERP-системами верхнего уровня.

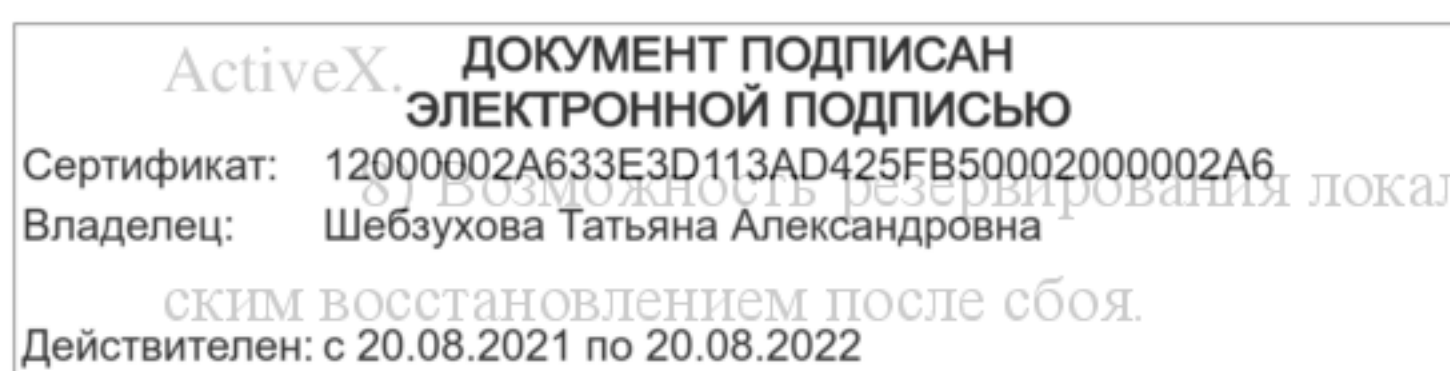
SCADA-система Trace Mode ("AdAstra Research Group", Россия)

Trace Mode – это 32-разрядная SCADA-система, имеющая сертификат Госстандарта РФ и широкое распространение в России и странах СНГ. Trace Mode является интегрированной SCADA/HMI и SoftLogic системой, когда разработка приложений для операторских станций и контроллеров производится в рамках одного проекта на базе единого ПО. За счет использования принципов автопостроения проекта сокращаются время его разработки и стоимость.

Архитектура системы Trace Mode – это клиент-серверная архитектура с использованием общей модели объектов DCOM для ОС Windows NT/2000/XP. Основу Trace Mode составляет мощный сервер и БД реального времени. Связь с клиентскими модулями, приложениями SCADA-систем, УСО и СУБД осуществляется через стандартные интерфейсы DCOM, OPC, HTTP, DDE, T-COM, ActiveX, SQL/ODBC.

Основные функции системы Trace Mode 5:

- 1) Модульная структура с числом каналов от 128 до 64000х16.
- 2) Встроенная поддержка российских контроллеров Ремиконт, Ломиконт, Ш711, КРУИЗ, МФК, ЭК2000 и др.
- 3) Поддержка международного стандарта на средства программирования контроллеров IEC 61131-3.
- 4) Библиотека драйверов контроллеров фирм Rockwell Automation, Siemens, Schneider Electric, Moeller, PEP, Fisher Rosemount и др.
- 5) Средства программирования PC-base контроллеров M1C2000, ROBO, Lagoon, TREI и др.
- 6) Встроенная система более 150 алгоритмов АСУТП, в том числе алгоритмы фильтрации, ПИ- и ПИД-регулирования, нечеткое и позиционное регулирование, ШИМ-преобразование и др., а также адаптивная настройка регуляторов.
- 7) Открытость для встраивания пользовательских алгоритмов и форм отображения



локальных сетей, датчиков, архивов с автоматиче-

Суть автопостроения, ускоряющего разработку проекта, заключается в автоматическом генерировании баз каналов операторских станций и контроллеров на основе информации о числе точек ввода-вывода, номенклатуре контроллеров и УСО, характере связи между ПК и ПЛК.

Благодаря автопостроению, разработка АСУ ТП сводится к следующему:

- В рабочем поле Редактора базы каналов размещаются иконки (объекты) контроллеров и операторских станций.
- Указываются число сигналов ввода-вывода и наличие информационного обмена между узлами.
- Запускается автопостроение, которое автоматически формирует базы каналов проекта.

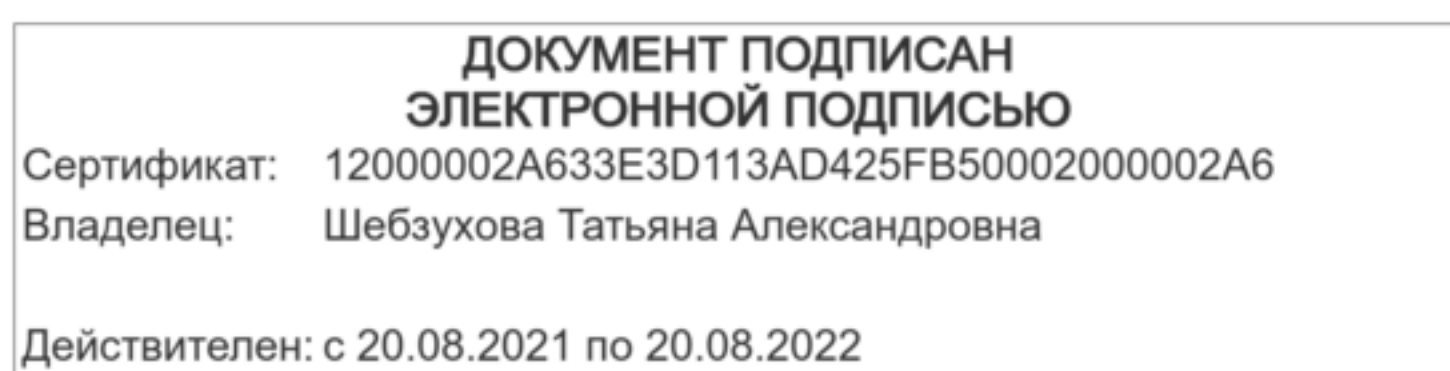
Разработка графического интерфейса осуществляется с помощью Редактора представления данных (аналогичного Редактору базы каналов), который позволяет создавать мнемосхемы технологических объектов и динамические объекты (гистограммы, тренды, бегущие дорожки и пр.). Библиотека объектов включает емкости, теплообменники, кнопки и др. Пользователь может на языке Visual Basic (VB) написать собственные формы как ActiveX и встроить их в Trace Mode. Возможна отладка проекта из редактора Trace Mode в режиме реального времени.

По протоколам TCP/IP, IPX/SPX, DCOM, DDE/NetDDE, OPC и др. осуществляется связь с офисными приложениями Excel, Access, MS SQL Server, Oracle, SyBase, BaseStar, R/3, программами ПАРУС и ГАЛАКТИКА на уровне АСУП.

Основу ПО диспетчерского уровня управления составляют МРВ. МРВ Trace Mode – это сервер реального времени, осуществляющий прием данных с контроллеров, управление процессом, визуализацию информации, расчет ТЭП, ведение архивов (с дискретностью 0,001 с).

Trace Mode содержит средства для разработки АРМ руководителя с помощью модулей Supervisor, которые предоставляют руководителю всю необходимую информацию о параметрах и состоянии технологического процесса.

Trace Mode позволяет создавать резервированные многоуровневые АСУ ТП масштаба предприятия на базе ведущих сетевых ОС с обменом по протоколу NetBios, NetBEUI, IPX/SPX, TCP/IP. Сетевые комплексы допускают структурирование с выделением следующих уровней: контроллеров, диспетчерского и административного.



Оформление отчетов о ходе технологического процесса осуществляется с помощью Сервера документирования. Сервер принимает данные от удаленных модулей и обрабатывает их в соответствии со сценариями. Готовые отчеты могут быть записаны в файл, выведены на печать, экспортированы в СУБД или представлены в Internet. Для обмена информацией по сети Internet используется Web-сервер Trace Mode. Технология тонкого клиента позволяет осуществлять визуализацию процесса, формировать тренды и алармы, формировать управляющие воздействия с помощью Web-браузера.

Trace Mode поддерживает технологии телеуправления через GSM и SMS. GSM-активатор для Windows NT предоставляет пользователям на сотовые телефоны отчеты тревог, позволяет передавать с сотового телефона команды управления, получать информацию по запросу с сотового телефона.

SCADA-система SIMATIC WinCC ("Siemens", Германия)

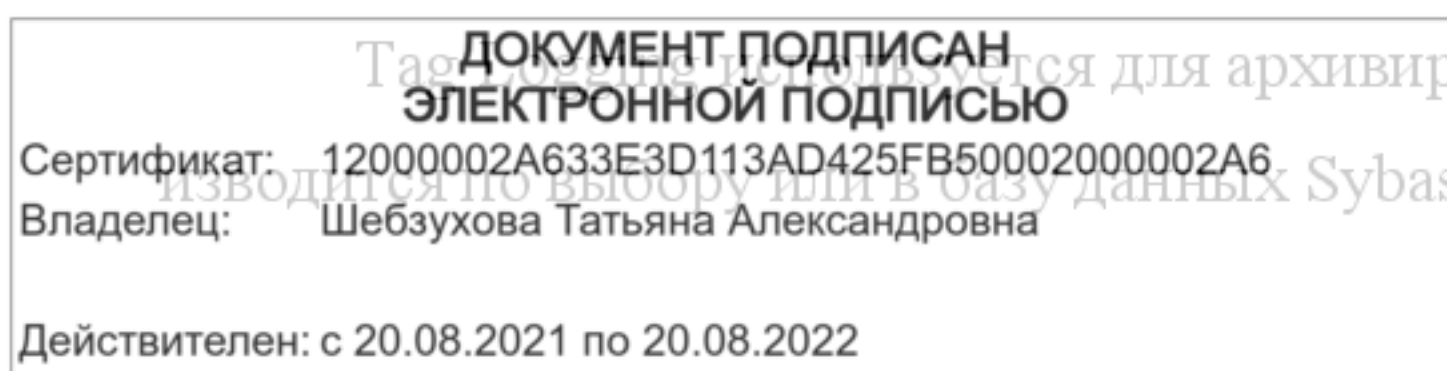
Основу WinCC составляет базовая система, поддерживающая основные интерфейсы SCADA-систем, - OPC, ActiveX, ODBC, SQL и др.

В состав базовой системы входят следующие компоненты: Control Center, Graphics Designer, Alarm Logging, Tag Logging, User Archiv, Report Designer, Global Scripts, User Administration.

Control Center выполняет следующие функции:

- 1) Обзор данных проекта и глобальных установок системы;
- 2) Запуск среды разработки или исполнения; формирование общей базы данных переменных и сообщений с контроллеров Simatic; осуществление коммуникаций с контроллерами;
- 3) Конфигурацию многопользовательской клиент-серверной сетевой системы.
- 4) Graphics Designer используется для создания мнемосхем и динамических графических элементов с использованием:
- 5) Стандартных объектов (текстов, линий, прямоугольников, кругов, статической графики и пр.);
- 6) Пользовательских объектов управления, ActiveX объектов;
- 7) Режимы On-line, поддержки OLE Automation.

Alarm Logging применяется для сбора и архивации событий в системе. Поступающие сообщения отображаются, а также могут генерировать звуковые сигналы тревоги. Сообщения могут подтверждаться оператором (квитироваться) в зависимости от степени важности.



архива отображаются в виде кривых или таблиц. Возможно формирование данных для статистической оценки работы системы, а также импорт и экспорт архивов на внешний носитель.

User Archiv служит для хранения пользовательских данных в форме записей со свободно-параметрируемой структурой, определяемой пользователем. Доступ к базам данных осуществляется как через ODBC и SQL, так и через WinCC API.

Report Designer служит для генерации отчетов в свободно-программируемом формате, управляемых событиями или по времени. Генерируются протоколы поступающих сообщений, измеряемых величин и архивов, протоколы пользовательских отчетов, распечатки списков переменных и т.д.

Global Scripts служит для программирования действий, производимых с объектами, а также программ, выполняющихся в фоновом режиме. Функции, написанные пользователем на языке ANSI-C, могут считывать и устанавливать значения переменных, вызывать на экран новые изображения, генерировать сообщения об ошибках, генерировать протоколы, подключать динамические библиотеки (DLL) и пр.

User Administration служит для управления правами доступа пользователей в системе.

Ко всем перечисленным модулям WinCC имеет API интерфейс. Система поддерживается ОС Windows NT SP6 или Windows 2000 SP2 (системная шина PCI).

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

Указания по выполнению лабораторной работы:

1) На лабораторной стойке «Модель электростанции №1» собрать схему лабораторных испытаний, соответствующую режиму №1.

2) На лабораторной стойке «Модель электростанции №2» собрать схему лабораторных испытаний, соответствующую режиму №2.

3) Включить автоматы источников питания моделей электростанций №1 и №2.

4) На персональном компьютере централизованного комплекса диспетчерского управления (ЦКДУ) запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы –

командой «Работы – ИЭС – Комплекс ДУ – АСКУЭ»). Загрузить необходимую конфигурацию программы
командой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

5) На персональном компьютере модели электростанции №1 запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Электростанция №1 – АСКУЭ». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

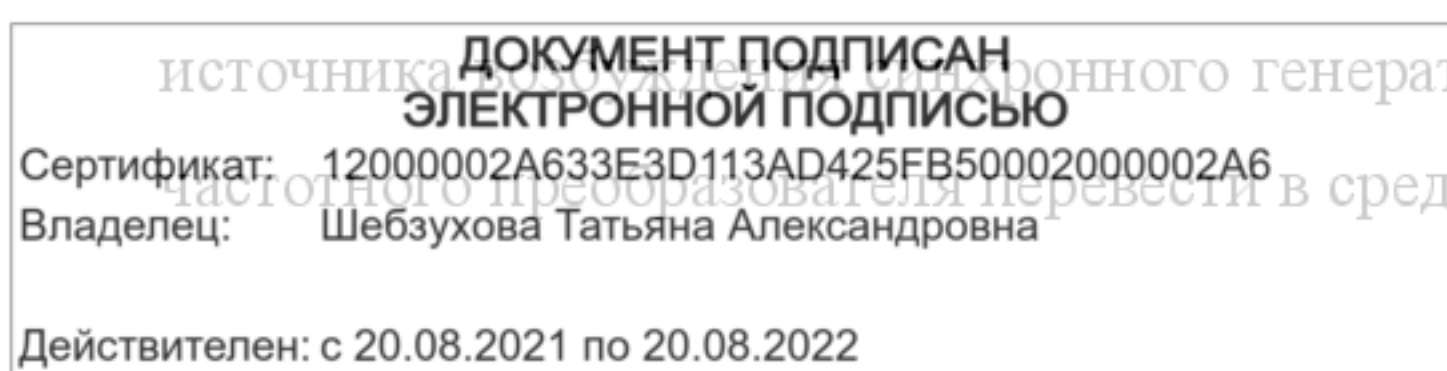
6) На персональном компьютере модели электростанции №2 запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Электростанция №2 – АСКУЭ». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

7) Исследовать работу электроэнергетической сети в режиме одностороннего питания. Для этого, дистанционно включить выключатели Q6 и Q7 электростанции №1 (щелчком левой кнопки мыши по изображению выключателя на мнемосхеме локального комплекса управления электростанции). Аналогичным образом включить выключатель Q6 на электростанции №2. На централизованном комплексе диспетчерского управления подать команды на включение выключателей линий электропередач W1 и W2 со стороны электростанции №1 и №2. Через 10 минут записать текущие показания приборов учета электроэнергии на электростанциях и ЦКДУ.

8) Включить в работу энергоблок электростанции №2. Для этого, перевести тумблер SA1 разрешения работы частотного преобразователя в положение «Вперед». Изменяя положение потенциометра RP1 модуля преобразователя частоты, задать уставку по частоте 50Гц, соответствующую частоте вращения приводного двигателя 1500 об/мин. Подать дистанционную команду на включение генераторного выключателя Q3. Включить тумблер подачи питания «Сеть» модуля возбуждения. Плавно повышая сигнал задания потенциометром RP1, установить номинальный ток возбуждения генератора 0,8А. Увеличивая сигнал задания мощности приводного двигателя потенциометром RP1 перевести генератор в режим выдачи активной мощности 50 Вт. Через 10 минут записать текущие показания приборов учета электроэнергии, определить расход электрической энергии по линиям электропередач и нагрузкам за данный интервал времени.

9) Отключить генератор электростанции №2 от сети дистанционной командой отключения выключателя Q3. Перевести потенциометры RP1 модуля возбуждения и модуля преобразователя частоты в крайнее левое положение. Отключить переключатель «Сеть»

источника частотного преобразователя частотного преобразователя перевести в среднее положение. Переключатель SA1 разрешения работы



10) На ЦКДУ подать команды теле отключения всех выключателей в электроэнергетической системе. Отключить автоматы источников питания моделей электростанций №1 и №2.

11) Остановить работу программ управления на электростанциях №1 и №2 кнопкой «Стоп», командой главного меню «Управление – Стоп» или горячей клавишей F6. Аналогичным образом, остановить работу программы управления на ЦКДУ. Внимание! При останове работы программ на локальных комплексах управления электростанциями, программное обеспечение на ЦКДУ выдает сообщение, о том, что один из клиентов информационной сети был отключен. Это не является ошибкой.

12) Проанализировать полученные данные, определить баланс по приборам учета электроэнергии, объяснить возможные расхождения. Оформить отчет по лабораторной работе. В отчете отразить, для чего необходим учет электроэнергии, в чем разница между коммерческим и техническим учетом электроэнергии, зачем необходим учет реактивной электрической энергии.

Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Устройство датчиков тока, напряжения, мощности.
2. Преобразователи вращения в частоту.
3. Измерительные преобразователи в системах ТИ.
4. Два способа телерегулирования.
5. Линия связи и каналы связи.
6. Пропускная способность каналов связи (КС).

7. ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
9. Работа канала с амплитудной модуляцией (АМ). Достоинства и недостатки.	
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

10. Осциллограммы АМ сигналов и спектр частот АМ колебаний.
11. Каналы с частотной модуляцией (ЧМ). Основные достоинства и недостатки.
12. Осциллограммы импульсной последовательности ЧМ колебаний и спектры частот (составляющие, индекс модуляции).

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

**Лабораторная работа №3. Быстродействующая система передачи сигналов
противоаварийной автоматики в централизованных комплексах диспетчерского
управления**

Цель работы: Изучить принципы реализации системы передачи сигналов противоаварийной автоматики.

Основы теории:

Современные системы управления характеризуются территориальной и функциональной распределенностью устройств сбора данных и управления. Контроль хода технологического процесса и управление низовой автоматикой осуществляется оператором с автоматизированного рабочего места оператора (АРМ) или операторской станции, состоящей, как правило, из цветного графического дисплея с клавиатурой, установленных в операторском помещении. При необходимости установки АРМ-оператора в цеху используются промышленные рабочие станции со встроенной клавиатурой или выполненной в пыле- влагозащищенном исполнении.

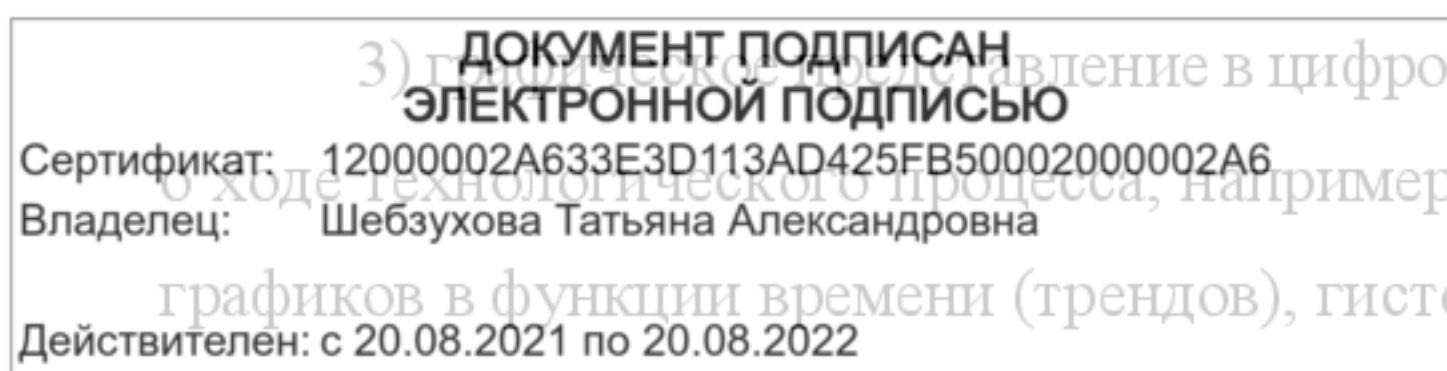
Представление данных в реальном масштабе времени о ходе технологического процесса, визуализация процесса в виде мнемосхем, составление отчетов и графиков, сигнализация отклонений параметров и другие необходимые функции осуществляются с помощью специального программного обеспечения SCADA-систем. SCADA-система (Supervisory Control And Data Acquisition – система сбора данных и оперативного диспетчерского управления) разрабатывалась, как универсальное многофункциональное программное обеспечение систем верхнего уровня, позволяющее оперативному персоналу наиболее эффективно управлять технологическим процессом. По мере развития программных и аппаратных средств наблюдается применение SCADA-систем на нижнем, контроллерном, уровне.

Основные функции SCADA- систем:

1) сбор данных о параметрах процесса, поступающих от контроллеров или непосредственно от датчиков и исполнительных устройств, например, значения температуры, давления и других параметров, положение клапана или вала исполнительного механизма;

2) обработка и хранение (архивирование) полученной информации. Под обработкой информации понимается выполнение функций фильтрации, нормализации, масштабирования, линеаризации для приведения данных к нужному формату;

3) представление информации в цифровой, символьной или иной форме информации о ходе технологического процесса, например, представление значений переменных в виде графиков в функции времени (трендов), гистограмм, анимация;



- DDE-обмен (Dynamic Date Exchange – динамический обмен данными). Большинство серверов ввода-вывода (например, контроллеры) поддерживают DDE-обмен для передачи данных в InTouch-приложение, известное приложение Excel также использует DDE-механизм. Используя NetDDE, поставляемый с InTouch, пользователь получает возможность связи по DDE между задачами на разных компьютерах через сеть. Поддерживается связь между Windows, VNS и UNIX с помощью протоколов NetBIOS, TCP/IP и DecNET, а также через последовательный канал;

- OLE-технология (Object Linking and Embedding – включение и встраивание объектов). Используется для взаимодействия с др. пользовательскими приложениями;

- OPC - программы (OLE for Process Control – OLE для управления процессами).

InTouch 7.11, поддерживаемая ОС Windows NT, является одним из компонентов интегрированного пакета программного обеспечения для полной автоматизации производства Factory Suite 2000.

Компоненты Factory Suite используются на трех уровнях автоматизации:

- на контроллерном уровне (управление процессом с помощью ПЛК, УСО, рабочих станций);

- на уровне SCADA-систем (супервизорное управление технологическим процессом);

- на уровне MES-систем (оперативно-диспетчерское управление процессом).

Factory Suite построен на открытых технологиях COM, DCOM, OPC, ActiveX и содержит большое число серверов ввода-вывода, обеспечивающих связь с оборудованием, приборами и устройствами связи. Вся информация накапливается в реляционной базе данных реального времени Industrial SQL Server. За счет использования протокола SuiteLink обеспечивается высокое быстродействие (запись около 40000 параметров в секунду с частотой записи до 1мс), компактность хранения данных (2-х месячный архив из 4000 параметров занимает около 2 Мбайт дискового пространства). IndustrialSQL Server использует возможности Microsoft SQL Server, в том числе его возможности фильтрации, объединения и обработки данных для удобства их запроса и выборки. IndustrialSQL Server может автоматически обновлять статистические данные в виде сводных таблиц с заданной производительностью, фиксируя средние, а также максимальные и минимальные значения параметров. Данные из SQL сервера в виде отчетов могут передаваться путем Web-файла в Internet и далее удаленным пользователям, а также через GSM-модем запрашиваться и передаваться

потребителем. ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

ЛПЦ.

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

IndustrialSQL Server в FactorySuite входят приложения-клиенты текущих и архивных трендов, графиков и таб-

Помимо объектно-ориентированной графики, анимационных связей и библиотеки мастер–объектов, InTouch дает пользователям возможность удаленного доступа к источникам данных ввода-вывода (например, Microsoft Excel) без необходимости создания тэга (тэг – это запись базы данных, содержащая информацию о параметре процесса) в локальной базе данных тэгов. Другими функциями InTouch являются одновременная поддержка многочисленных источников алармов (поддержка от 1 до 999 приоритетов алармов). Алармы могут быть выведены на экран, записаны на диск и выведены на печать. Также InTouch позволяет создавать исторические тренды и тренды реального времени с возможностью одновременного отображения до 8-ми переменных (тренд реального времени поддерживает работу с четырьмя переменными). При этом каждая переменная читается из собственного файла. Возможен экспорт данных в Excel, файл данных или в канал DDE. Кроме того, пользователь может генерировать отчеты напрямую из проекта InTouch путем прямого форматирования экрана, выводить на печать или рассылать по электронной почте.

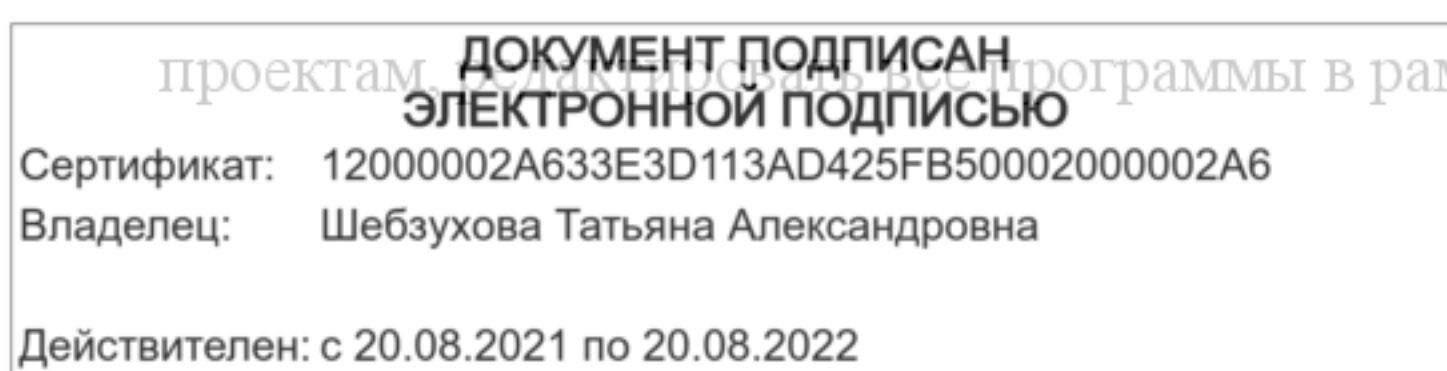
Благодаря наличию функции SPC (Statistical Process Control – Статистическое Управление Процессом) InTouch предоставляет возможность статистического управления процессом на уровне оператора. Также функции пакета поддерживают логические и математические выражения. Пользователь может выводить на экран действительные числа с одним знаком после запятой (при вычислениях используется плавающая арифметика с двойной точностью). Кроме того, пользователь может описывать свои собственные функции с добавлением их в меню.

Система паролей InTouch предоставляет встроенную систему доступа на 10000 уровней, гарантирующую надежную защиту системы.

Проекты с использованием InTouch широко используются в различных отраслях промышленности.

Пакет InControl – это система программирования и управления с открытой архитектурой реального времени, позволяющая создавать архитектуру SoftPLC с заменой традиционного ПЛК на PC, подключенный к устройствам ввода-вывода через локальные сети Profibus, Modbus и др. InControl поддерживает языки релейной логики (LD), последовательных функциональных схем (SFC) и структурированного текста (ST) по стандарту IEC 61131-3. Поддерживается технология ActiveX (ПИ-, ПИД-регуляторы, нечеткая логика и др.). Также допускается программирование с использованием традиционных языков программирования. Встроенный менеджер проектов позволяет организовать приложения по

проектам. Документ подписан электронной подписью в рамках одного проекта, присваивать приоритеты



на управление разным задачам. InControl поддерживает различные промышленные интерфейсы и сети – Profibus, DeviceNet, Interbus, DDE, SDS, Internet и др. Подобно другим компонентам FactorySuite InControl через набор мастер-объектов интегрируется с InTouch.

Пакет InTrack – система управления производственными процессами: от закупки сырья, материалов и комплектующих до выпуска готовой продукции. Различные схемы производственных процессов создаются в специальном графическом редакторе и включают мастер-объекты, среди которых есть производственные цепочки, материальные ресурсы, продукты и пр. Таким образом, в рамках одной прикладной программы совмещаются функции SCADA-системы и MES-системы (Manufacturing Execution System – Производственная исполнительная система). Использование DDE-обмена и OLE-технологии позволяют организовать связь с устройствами ввода-вывода, а также с системами верхнего уровня MRP (Management and material Resource Planning- система планирования ресурсов предприятия). InTrack включает в себя, подобно InTouch, тэги, текущие и исторические тренды, алармы, сценарные функции и мастер-объекты. За счет встроенных функций открывается возможность автоматизации задач учета, планирования и диспетчеризации производства.

InBatch – гибкая система управления процессами дозирования и смешения в металлургической, химической, пищевой и др. отраслях промышленности. Имеется возможность моделировать процессы, создавать рецепты и имитировать их исполнение, а также управлять реальным процессом. InBatch тесно интегрирован с InTouch, что позволяет оператору вести мониторинг периодических процессов дозирования и смешения. Кроме того, InBatch имеет набор функций для интеграции с ERP-системами (Enterprise Resource Planning – система планирования производства), в том числе осуществлять планирование сроков, материалов и производственных результатов производственных процессов.

FactorySuite Web Server с помощью утилиты Application Publisher выполняет функции преобразования созданных InTouch приложений в вид, доступный для просмотра с любого удаленного узла, и управления производственным процессом в режиме реального времени через Internet и Intranet.

В январе 2003 г. появилась новая версия InTouch 8.0 пакета FactorySuite A2 на платформе ArchestrA компании Invesys, объединяющей все компоненты FactorySuite A2. В числе новых компонентов – сервер приложений Industrial Application Server (IAS), пришедший на смену IndustrialSQL Server. IAS включает БД Galaxy со средой разработки приложений IDE (Integrated Development Environment) и средой исполнения. IAS обеспечивает

сбор и обработка информации в режиме РВ, управление подсистемами алармов и событий, сервисы управления данными и может быть полнофункциональным или распределенным (БД, компоненты, среда разработки и среда исполнения разнесены по рабочим станциям).
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

полнофункциональным или распределенным (БД, компоненты, среда разработки и среда исполнения разнесены по рабочим станциям).

IAS в отличие от InTouch 7.11 оперирует не с тэгами, а с объектами ("аналоговое устройство", "дискретное устройство", "платформа", "переключатель" и др.). Использование платформы ArchestrA обеспечивает интеграцию IAS, БД IndustrialSQL Server и SCADA-системы InTouch 8.0, сокращая время разработки приложений для автоматизации всего производства. ArchestrA, таким образом, заполняет нишу между АСУ ТП и ERP-системами верхнего уровня.

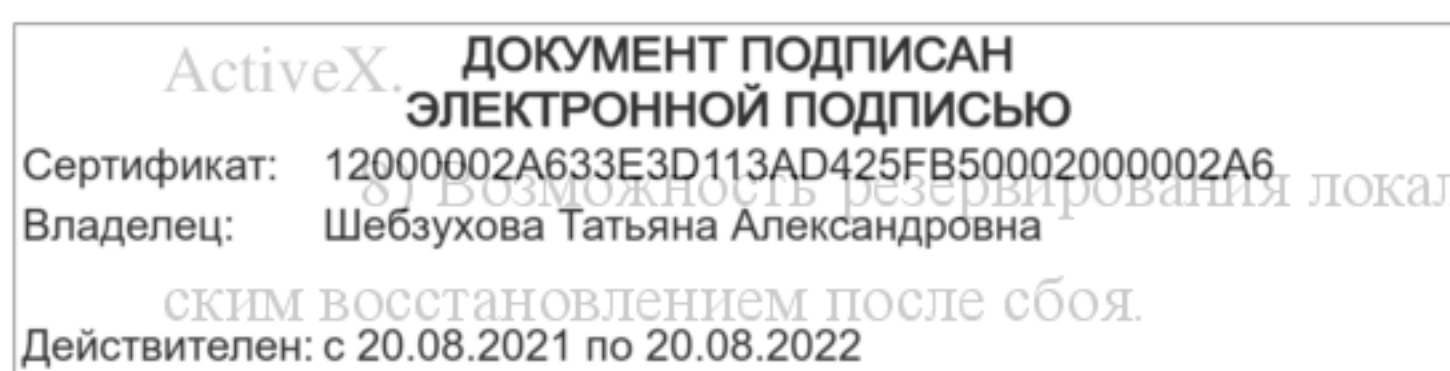
SCADA-система Trace Mode ("AdAstra Research Group", Россия)

Trace Mode – это 32-разрядная SCADA-система, имеющая сертификат Госстандарта РФ и широкое распространение в России и странах СНГ. Trace Mode является интегрированной SCADA/HMI и SoftLogic системой, когда разработка приложений для операторских станций и контроллеров производится в рамках одного проекта на базе единого ПО. За счет использования принципов автопостроения проекта сокращаются время его разработки и стоимость.

Архитектура системы Trace Mode – это клиент-серверная архитектура с использованием общей модели объектов DCOM для ОС Windows NT/2000/XP. Основу Trace Mode составляет мощный сервер и БД реального времени. Связь с клиентскими модулями, приложениями SCADA-систем, УСО и СУБД осуществляется через стандартные интерфейсы DCOM, OPC, HTTP, DDE, T-COM, ActiveX, SQL/ODBC.

Основные функции системы Trace Mode 5:

- 1) Модульная структура с числом каналов от 128 до 64000х16.
- 2) Встроенная поддержка российских контроллеров Ремиконт, Ломиконт, Ш711, КРУИЗ, МФК, ЭК2000 и др.
- 3) Поддержка международного стандарта на средства программирования контроллеров IEC 61131-3.
- 4) Библиотека драйверов контроллеров фирм Rockwell Automation, Siemens, Schneider Electric, Moeller, PEP, Fisher Rosemount и др.
- 5) Средства программирования PC-base контроллеров M1C2000, ROBO, Lagoon, TREI и др.
- 6) Встроенная система более 150 алгоритмов АСУТП, в том числе алгоритмы фильтрации, ПИ- и ПИД-регулирования, нечеткое и позиционное регулирование, ШИМ-преобразование и др., а также адаптивная настройка регуляторов.
- 7) Открытость для встраивания пользовательских алгоритмов и форм отображения



локальных сетей, датчиков, архивов с автоматиче-

Суть автопостроения, ускоряющего разработку проекта, заключается в автоматическом генерировании баз каналов операторских станций и контроллеров на основе информации о числе точек ввода-вывода, номенклатуре контроллеров и УСО, характере связи между ПК и ПЛК.

Благодаря автопостроению, разработка АСУ ТП сводится к следующему:

- В рабочем поле Редактора базы каналов размещаются иконки (объекты) контроллеров и операторских станций.
- Указываются число сигналов ввода-вывода и наличие информационного обмена между узлами.
- Запускается автопостроение, которое автоматически формирует базы каналов проекта.

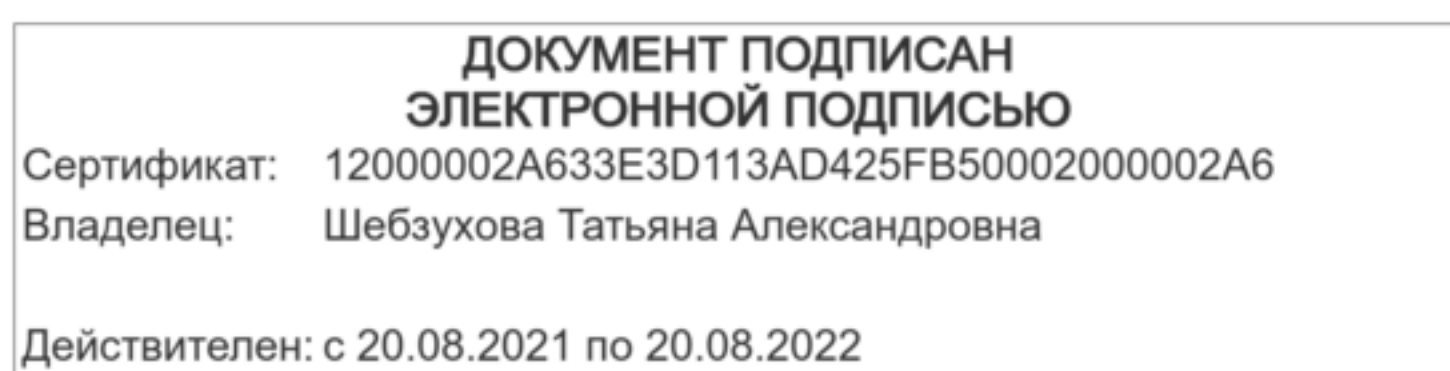
Разработка графического интерфейса осуществляется с помощью Редактора представления данных (аналогичного Редактору базы каналов), который позволяет создавать мнемосхемы технологических объектов и динамические объекты (гистограммы, тренды, бегущие дорожки и пр.). Библиотека объектов включает емкости, теплообменники, кнопки и др. Пользователь может на языке Visual Basic (VB) написать собственные формы как ActiveX и встроить их в Trace Mode. Возможна отладка проекта из редактора Trace Mode в режиме реального времени.

По протоколам TCP/IP, IPX/SPX, DCOM, DDE/NetDDE, OPC и др. осуществляется связь с офисными приложениями Excel, Access, MS SQL Server, Oracle, SyBase, BaseStar, R/3, программами ПАРУС и ГАЛАКТИКА на уровне АСУП.

Основу ПО диспетчерского уровня управления составляют МРВ. МРВ Trace Mode – это сервер реального времени, осуществляющий прием данных с контроллеров, управление процессом, визуализацию информации, расчет ТЭП, ведение архивов (с дискретностью 0,001 с).

Trace Mode содержит средства для разработки АРМ руководителя с помощью модулей Supervisor, которые предоставляют руководителю всю необходимую информацию о параметрах и состоянии технологического процесса.

Trace Mode позволяет создавать резервированные многоуровневые АСУ ТП масштаба предприятия на базе ведущих сетевых ОС с обменом по протоколу NetBios, NetBEUI, IPX/SPX, TCP/IP. Сетевые комплексы допускают структурирование с выделением следующих уровней: контроллеров, диспетчерского и административного.



Оформление отчетов о ходе технологического процесса осуществляется с помощью Сервера документирования. Сервер принимает данные от удаленных модулей и обрабатывает их в соответствии со сценариями. Готовые отчеты могут быть записаны в файл, выведены на печать, экспортированы в СУБД или представлены в Internet. Для обмена информацией по сети Internet используется Web-сервер Trace Mode. Технология тонкого клиента позволяет осуществлять визуализацию процесса, формировать тренды и алармы, формировать управляющие воздействия с помощью Web-браузера.

Trace Mode поддерживает технологии телеуправления через GSM и SMS. GSM-активатор для Windows NT предоставляет пользователям на сотовые телефоны отчеты тревог, позволяет передавать с сотового телефона команды управления, получать информацию по запросу с сотового телефона.

SCADA-система SIMATIC WinCC ("Siemens", Германия)

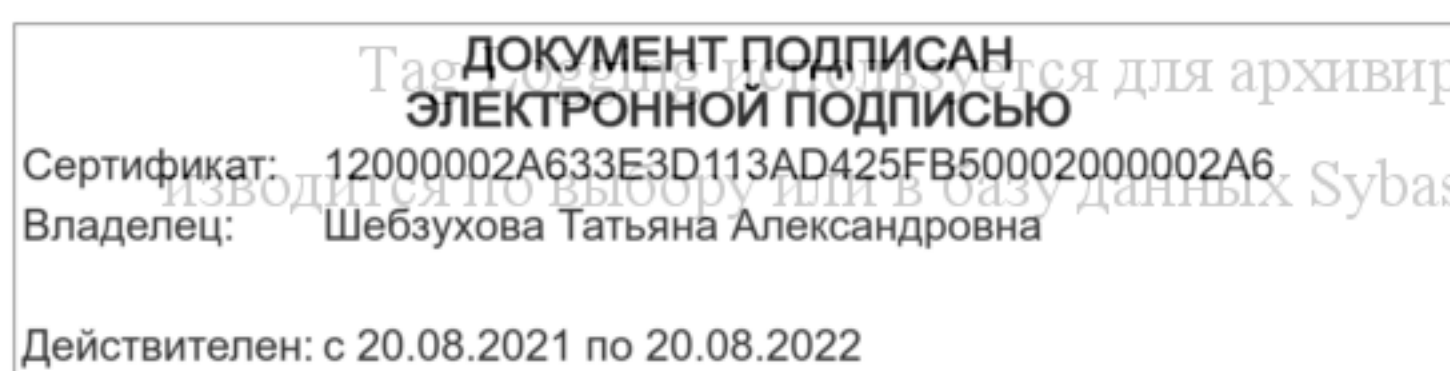
Основу WinCC составляет базовая система, поддерживающая основные интерфейсы SCADA-систем, - OPC, ActiveX, ODBC, SQL и др.

В состав базовой системы входят следующие компоненты: Control Center, Graphics Designer, Alarm Logging, Tag Logging, User Archiv, Report Designer, Global Scripts, User Administration.

Control Center выполняет следующие функции:

- 1) Обзор данных проекта и глобальных установок системы;
- 2) Запуск среды разработки или исполнения; формирование общей базы данных переменных и сообщений с контроллеров Simatic; осуществление коммуникаций с контроллерами;
- 3) Конфигурацию многопользовательской клиент-серверной сетевой системы.
- 4) Graphics Designer используется для создания мнемосхем и динамических графических элементов с использованием:
- 5) Стандартных объектов (текстов, линий, прямоугольников, кругов, статической графики и пр.);
- 6) Пользовательских объектов управления, ActiveX объектов;
- 7) Режимы On-line, поддержки OLE Automation.

Alarm Logging применяется для сбора и архивации событий в системе. Поступающие сообщения отображаются, а также могут генерировать звуковые сигналы тревоги. Сообщения могут подтверждаться оператором (квитироваться) в зависимости от степени важности.



архива отображаются в виде кривых или таблиц. Возможно формирование данных для статистической оценки работы системы, а также импорт и экспорт архивов на внешний носитель.

User Archiv служит для хранения пользовательских данных в форме записей со свободно-параметрируемой структурой, определяемой пользователем. Доступ к базам данных осуществляется как через ODBC и SQL, так и через WinCC API.

Report Designer служит для генерации отчетов в свободно-программируемом формате, управляемых событиями или по времени. Генерируются протоколы поступающих сообщений, измеряемых величин и архивов, протоколы пользовательских отчетов, распечатки списков переменных и т.д.

Global Scripts служит для программирования действий, производимых с объектами, а также программ, выполняющихся в фоновом режиме. Функции, написанные пользователем на языке ANSI-C, могут считывать и устанавливать значения переменных, вызывать на экран новые изображения, генерировать сообщения об ошибках, генерировать протоколы, подключать динамические библиотеки (DLL) и пр.

User Administration служит для управления правами доступа пользователей в системе.

Ко всем перечисленным модулям WinCC имеет API интерфейс. Система поддерживается ОС Windows NT SP6 или Windows 2000 SP2 (системная шина PCI).

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

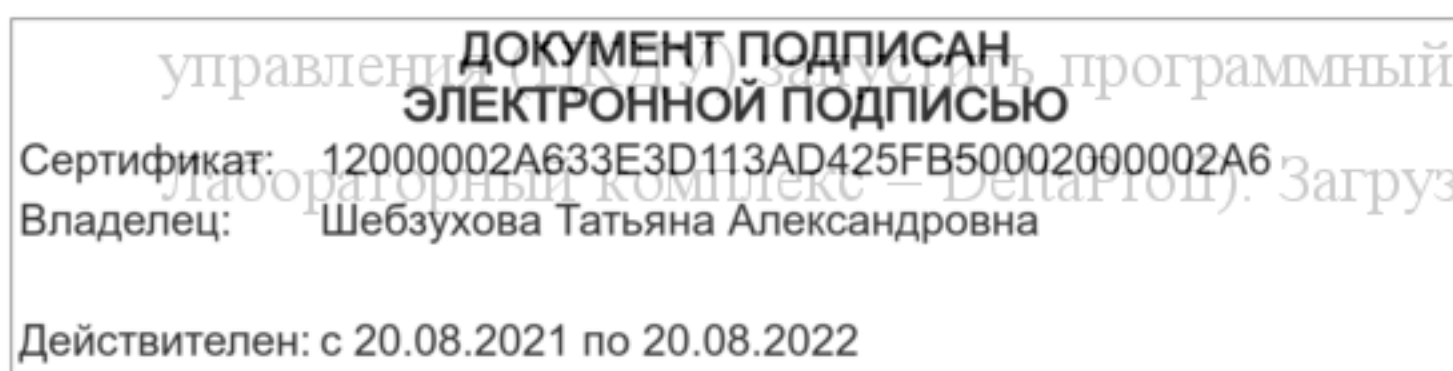
Указания по выполнению лабораторной работы:

1) На лабораторной стойке «Модель электростанции №1» собрать схему лабораторных испытаний, соответствующую режиму №2.

2) На лабораторной стойке «Модель электростанции №2» собрать схему лабораторных испытаний, соответствующую режиму №4. Подключить модуль короткозамыкателя для создания трехфазного короткого замыкания на линии электропередачи W2.

3) Включить автоматы источников питания моделей электростанций №1 и №2.

4) На персональном компьютере централизованного комплекса диспетчерского



комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы –
Загрузить необходимую конфигурацию программы

командой «Работы – ИЭС – Комплекс ДУ – БСПА». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

5) На персональном компьютере модели электростанции №1 запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Электростанция №1 – БСПА». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

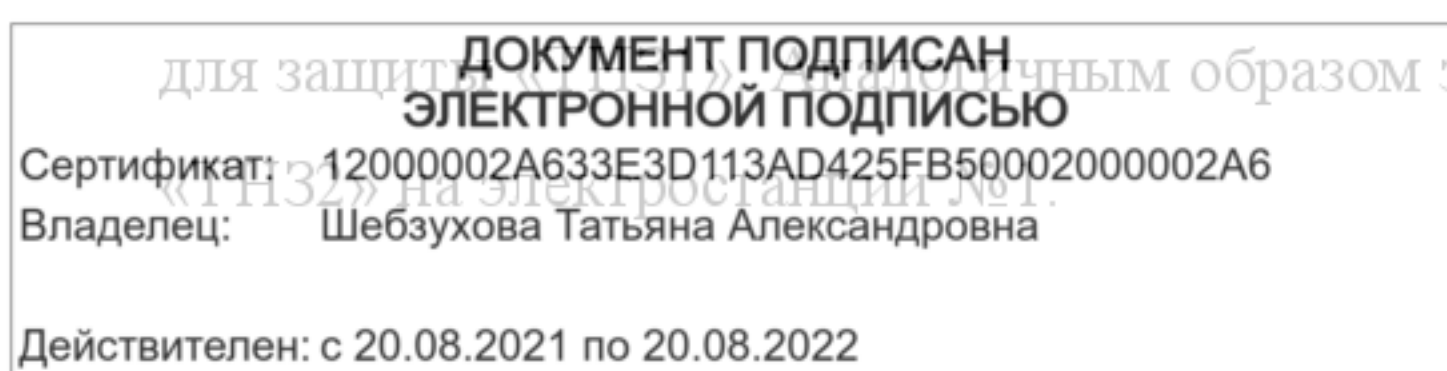
6) На персональном компьютере модели электростанции №2 запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Электростанция №2 – БСПА». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

7) Исследовать работу электроэнергетической сети в режиме одностороннего питания. Для этого, дистанционно включить выключатель Q6 электростанции №1 (щелчком левой кнопки мыши по изображению выключателя на мнемосхеме локального комплекса управления электростанции). Аналогичным образом включить выключатель Q6 на электростанции №2. На централизованном комплексе диспетчерского управления подать команды на включение выключателей линии электропередачи W2 со стороны электростанции №1 и №2.

8) На электростанции №1 перевести переключатель SA1 в положение «Вперед». Изменяя положение потенциометра RP1 модуля преобразователя частоты, задать уставку по частоте 50Гц, соответствующую частоте вращения приводного двигателя 1500 об/мин. Включить тумблер «Сеть» источника возбуждения синхронного генератора. Изменяя положение потенциометра RP1 модуля возбуждения, установить номинальный ток возбуждения 0,8А. С мнемосхемы ПК подать команду на включение выключателя Q3. Изменяя положение потенциометра RP1 модуля преобразователя частоты, восстановить номинальную частоту напряжения в сети 50 Гц.

9) Измерить величину тока рабочего режима линии электропередачи W2. Рассчитать токи срабатывания защит. Определить уставки срабатывания защит по времени. Задать полученные уставки защит. Для этого, вызвать диалоговое окно настройки параметров защиты двойным щелчком левой кнопки мыши по прямоугольнику «ТН32» на мнемосхеме локального комплекса управления и защиты электростанции. Задать уставки срабатывания

для защиты «ТН31» аналогичным образом задать уставки срабатывания защит «ТН31» и



10) На централизованном комплексе диспетчерского управления подать команды на включение выключателей линии электропередачи W1 со стороны электростанции №1 и №2.

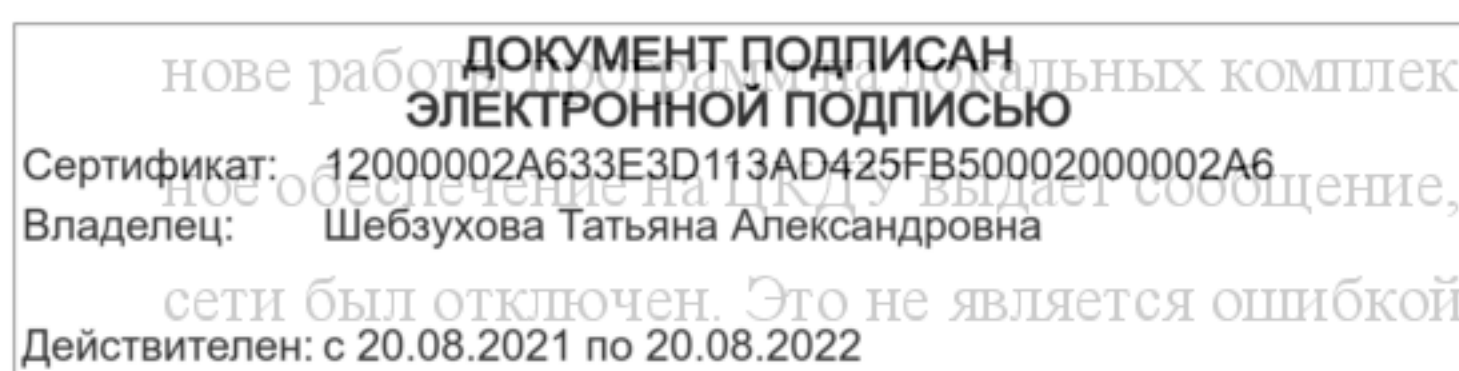
11) Определить уставки срабатывания дифференциальной защиты сборных шин. Для этого, открыть диалоговое окно настройки параметров защиты «ДЗШ», включить короткозамыкатель переключателем SA1, зафиксировать ток в обмотке дифференциального реле тока, отключить короткозамыкатель, рассчитать ток срабатывания реле тока, задать полученное значение в диалоговом окне параметров дифференциальной защиты. Аналогичным образом задать уставки срабатывания защиты «ДЗШ» на электростанции №1.

12) На электростанциях №1 и №2 перевести все защиты в работу (щелчок правой кнопки мыши по обозначению соответствующей защиты на мнемосхеме ПК).

13) На электростанции №2 переключатель SA1 модуля короткозамыкателя перевести в положение «Вкл» для создания режима короткого замыкания. При правильно выбранных уставках, произойдет селективное отключение линии электропередачи W2. При этом, отключенное состояние коммутационных аппаратов линии W2 отображается одновременно на локальных комплексах управления и защиты и на ЦКДУ. Кроме того, отображается сработавшее состояние защит на электростанциях и по каналу БСПА на ЦКДУ (прямоугольники защит на мнемосхемах имеют красный цвет). Выполнить квитирование защит (одинарный щелчок левой кнопкой мыши по изображению защиты на мнемосхеме электростанции). Обратите внимание, что квитирование защит с ЦКДУ не доступно, однако, при квитировании защиты на локальном комплексе управления и защиты станции, сигнализация срабатывания защиты сбрасывается и на ЦКДУ.

11) Переключатель SA1 модуля короткозамыкателя перевести в положение «Откл». На ЦКДУ подать команды теле отключения всех выключателей в электроэнергетической системе. На электростанции №2 перевести потенциометр RP1 модуля возбуждения в крайнее левое положение, отключить тумблер подачи питания модуля возбуждения «Сеть». Перевести потенциометр RP1 модуля преобразователя частоты в крайнее левое положение, переключатель SA1 установить в среднее положение. Отключить автоматы источников питания моделей электростанций №1 и №2.

12) Остановить работу программ управления на электростанциях №1 и №2 кнопкой «Стоп», командой главного меню «Управление – Стоп» или горячей клавишей F6. Аналогичным образом, остановить работу программы управления на ЦКДУ. Внимание! При оста-



13) Оформить отчет по лабораторной работе.

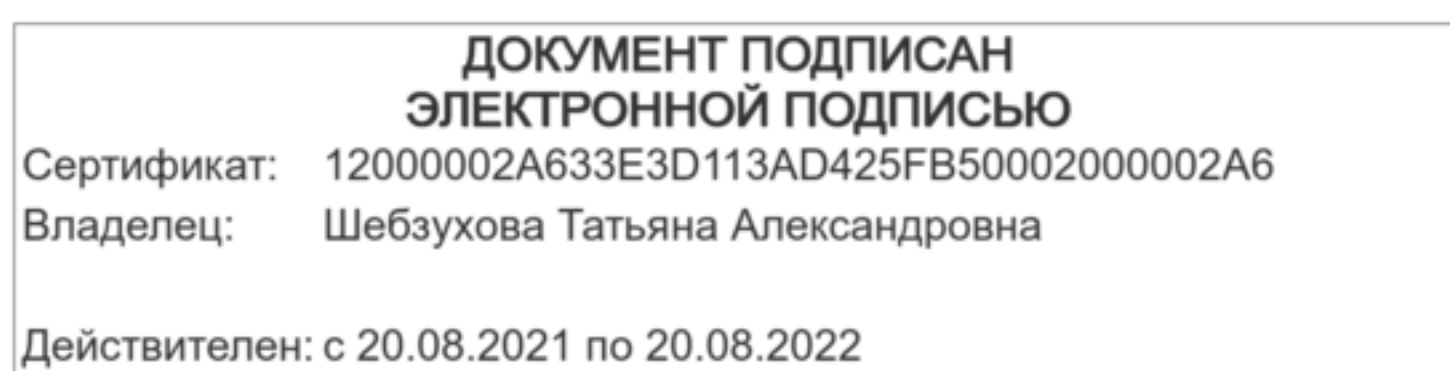
Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Каналы с фазовой модуляцией.
2. Каналы с относительной фазовой модуляцией.
3. Осциллограммы сигналов при фазовой и относительной фазовой модуляции.
4. Работа источника опорного сигнала, способы получения опорного сигнала.
5. Преимущества организации каналов связи по ЛЭП.
6. Структура деления каналов связи по ЛЭП (по частоте).
7. Сложный ВЧ канал и его составляющие. Линейный высокочастотный тракт.
8. Групповое устройство ТМ, область применения и назначение.
9. Режим работы групповых усилителей. Особенности организации каналов связи.
10. Низкочастотные каналы связи.



Лабораторная работа №4. Оптимизация потерь электрической энергии в распределительных сетях за счет регулирования мощностей генерирующих электростанций

Цель работы: Изучить принципы дистанционного управления режимом работы электростанций.

Основы теории:

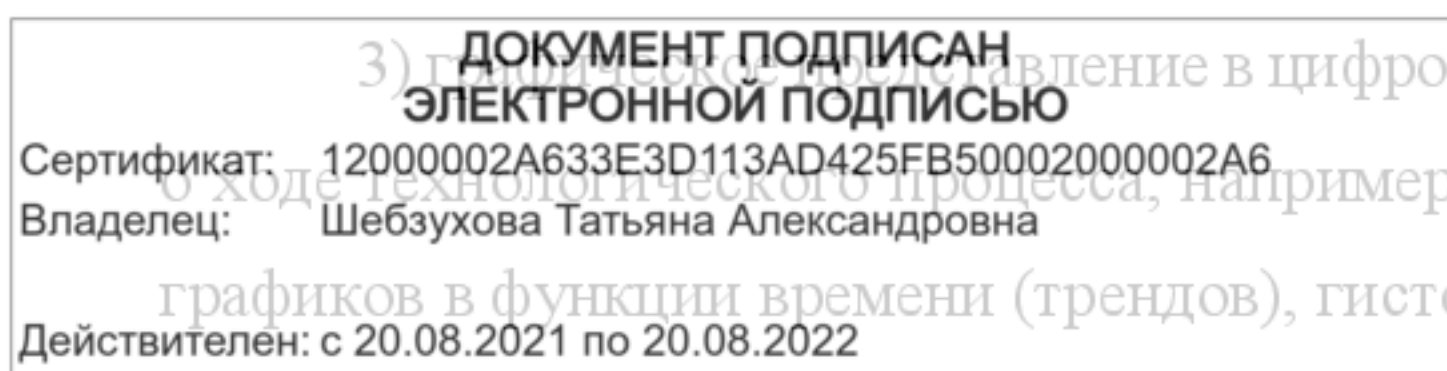
Современные системы управления характеризуются территориальной и функциональной распределенностью устройств сбора данных и управления. Контроль хода технологического процесса и управление низовой автоматикой осуществляется оператором с автоматизированного рабочего места оператора (АРМ) или операторской станции, состоящей, как правило, из цветного графического дисплея с клавиатурой, установленных в операторском помещении. При необходимости установки АРМ-оператора в цеху используются промышленные рабочие станции со встроенной клавиатурой или выполненной в пыле- влагозащищенном исполнении.

Представление данных в реальном масштабе времени о ходе технологического процесса, визуализация процесса в виде мнемосхем, составление отчетов и графиков, сигнализация отклонений параметров и другие необходимые функции осуществляются с помощью специального программного обеспечения SCADA-систем. SCADA-система (Supervisory Control And Data Acquisition – система сбора данных и оперативного диспетчерского управления) разрабатывалась, как универсальное многофункциональное программное обеспечение систем верхнего уровня, позволяющее оперативному персоналу наиболее эффективно управлять технологическим процессом. По мере развития программных и аппаратных средств наблюдается применение SCADA-систем на нижнем, контроллерном, уровне.

Основные функции SCADA- систем:

1) сбор данных о параметрах процесса, поступающих от контроллеров или непосредственно от датчиков и исполнительных устройств, например, значения температуры, давления и других параметров, положение клапана или вала исполнительного механизма;

2) обработка и хранение (архивирование) полученной информации. Под обработкой информации понимается выполнение функций фильтрации, нормализации, масштабирования, линеаризации для приведения данных к нужному формату;



3) представление информации в цифровой, символьной или иной форме информации о ходе технологического процесса, например, представление значений переменных в виде графиков в функции времени (трендов), гистограмм, анимация;

- DDE-обмен (Dynamic Date Exchange – динамический обмен данными). Большинство серверов ввода-вывода (например, контроллеры) поддерживают DDE-обмен для передачи данных в InTouch-приложение, известное приложение Excel также использует DDE-механизм. Используя NetDDE, поставляемый с InTouch, пользователь получает возможность связи по DDE между задачами на разных компьютерах через сеть. Поддерживается связь между Windows, VNS и UNIX с помощью протоколов NetBIOS, TCP/IP и DecNET, а также через последовательный канал;

- OLE-технология (Object Linking and Embedding – включение и встраивание объектов). Используется для взаимодействия с др. пользовательскими приложениями;

- OPC - программы (OLE for Process Control – OLE для управления процессами).

InTouch 7.11, поддерживаемая ОС Windows NT, является одним из компонентов интегрированного пакета программного обеспечения для полной автоматизации производства Factory Suite 2000.

Компоненты Factory Suite используются на трех уровнях автоматизации:

- на контроллерном уровне (управление процессом с помощью ПЛК, УСО, рабочих станций);

- на уровне SCADA-систем (супервизорное управление технологическим процессом);

- на уровне MES-систем (оперативно-диспетчерское управление процессом).

Factory Suite построен на открытых технологиях COM, DCOM, OPC, ActiveX и содержит большое число серверов ввода-вывода, обеспечивающих связь с оборудованием, приборами и устройствами связи. Вся информация накапливается в реляционной базе данных реального времени Industrial SQL Server. За счет использования протокола SuiteLink обеспечивается высокое быстродействие (запись около 40000 параметров в секунду с частотой записи до 1мс), компактность хранения данных (2-х месячный архив из 4000 параметров занимает около 2 Мбайт дискового пространства). IndustrialSQL Server использует возможности Microsoft SQL Server, в том числе его возможности фильтрации, объединения и обработки данных для удобства их запроса и выборки. IndustrialSQL Server может автоматически обновлять статистические данные в виде сводных таблиц с заданной производительностью, фиксируя средние, а также максимальные и минимальные значения параметров. Данные из SQL сервера в виде отчетов могут передаваться путем Web-файла в Internet и далее удаленным пользователям, а также через GSM-модем запрашиваться и передаваться

потребителем. ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

ЛПЦ.

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

IndustrialSQL Server в FactorySuite входят приложения-клиенты текущих и архивных трендов, графиков и таб-

Помимо объектно-ориентированной графики, анимационных связей и библиотеки мастер–объектов, InTouch дает пользователям возможность удаленного доступа к источникам данных ввода-вывода (например, Microsoft Excel) без необходимости создания тэга (тэг – это запись базы данных, содержащая информацию о параметре процесса) в локальной базе данных тэгов. Другими функциями InTouch являются одновременная поддержка многочисленных источников алармов (поддержка от 1 до 999 приоритетов алармов). Алармы могут быть выведены на экран, записаны на диск и выведены на печать. Также InTouch позволяет создавать исторические тренды и тренды реального времени с возможностью одновременного отображения до 8-ми переменных (тренд реального времени поддерживает работу с четырьмя переменными). При этом каждая переменная читается из собственного файла. Возможен экспорт данных в Excel, файл данных или в канал DDE. Кроме того, пользователь может генерировать отчеты напрямую из проекта InTouch путем прямого форматирования экрана, выводить на печать или рассылать по электронной почте.

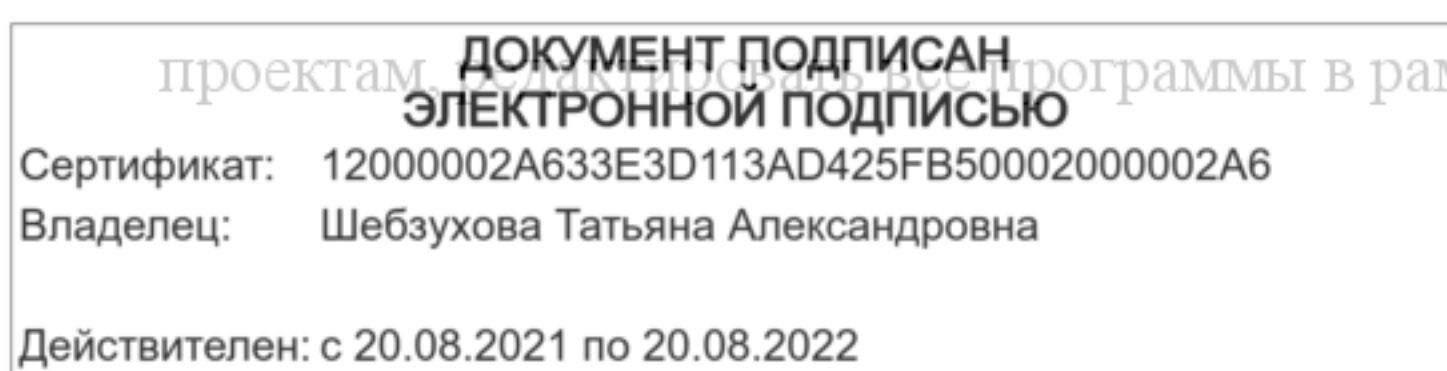
Благодаря наличию функции SPC (Statistical Process Control – Статистическое Управление Процессом) InTouch предоставляет возможность статистического управления процессом на уровне оператора. Также функции пакета поддерживают логические и математические выражения. Пользователь может выводить на экран действительные числа с одним знаком после запятой (при вычислениях используется плавающая арифметика с двойной точностью). Кроме того, пользователь может описывать свои собственные функции с добавлением их в меню.

Система паролей InTouch предоставляет встроенную систему доступа на 10000 уровней, гарантирующую надежную защиту системы.

Проекты с использованием InTouch широко используются в различных отраслях промышленности.

Пакет InControl – это система программирования и управления с открытой архитектурой реального времени, позволяющая создавать архитектуру SoftPLC с заменой традиционного ПЛК на PC, подключенный к устройствам ввода-вывода через локальные сети Profibus, Modbus и др. InControl поддерживает языки релейной логики (LD), последовательных функциональных схем (SFC) и структурированного текста (ST) по стандарту IEC 61131-3. Поддерживается технология ActiveX (ПИ-, ПИД-регуляторы, нечеткая логика и др.). Также допускается программирование с использованием традиционных языков программирования. Встроенный менеджер проектов позволяет организовать приложения по

проектам, документам, подписанным электронной подписью, в рамках одного проекта, присваивать приоритеты



на управление разным задачам. InControl поддерживает различные промышленные интерфейсы и сети – Profibus, DeviceNet, Interbus, DDE, SDS, Internet и др. Подобно другим компонентам FactorySuite InControl через набор мастер-объектов интегрируется с InTouch.

Пакет InTrack – система управления производственными процессами: от закупки сырья, материалов и комплектующих до выпуска готовой продукции. Различные схемы производственных процессов создаются в специальном графическом редакторе и включают мастер-объекты, среди которых есть производственные цепочки, материальные ресурсы, продукты и пр. Таким образом, в рамках одной прикладной программы совмещаются функции SCADA-системы и MES-системы (Manufacturing Execution System – Производственная исполнительная система). Использование DDE-обмена и OLE-технологии позволяют организовать связь с устройствами ввода-вывода, а также с системами верхнего уровня MRP (Management and material Resource Planning- система планирования ресурсов предприятия). InTrack включает в себя, подобно InTouch, тэги, текущие и исторические тренды, алармы, сценарные функции и мастер-объекты. За счет встроенных функций открывается возможность автоматизации задач учета, планирования и диспетчеризации производства.

InBatch – гибкая система управления процессами дозирования и смешения в металлургической, химической, пищевой и др. отраслях промышленности. Имеется возможность моделировать процессы, создавать рецепты и имитировать их исполнение, а также управлять реальным процессом. InBatch тесно интегрирован с InTouch, что позволяет оператору вести мониторинг периодических процессов дозирования и смешения. Кроме того, InBatch имеет набор функций для интеграции с ERP-системами (Enterprise Resource Planning – система планирования производства), в том числе осуществлять планирование сроков, материалов и производственных результатов производственных процессов.

FactorySuite Web Server с помощью утилиты Application Publisher выполняет функции преобразования созданных InTouch приложений в вид, доступный для просмотра с любого удаленного узла, и управления производственным процессом в режиме реального времени через Internet и Intranet.

В январе 2003 г. появилась новая версия InTouch 8.0 пакета FactorySuite A2 на платформе ArchestrA компании Invesys, объединяющей все компоненты FactorySuite A2. В числе новых компонентов – сервер приложений Industrial Application Server (IAS), пришедший на смену IndustrialSQL Server. IAS включает БД Galaxy со средой разработки приложений IDE (Integrated Development Environment) и средой исполнения. IAS обеспечивает

сбор и обработка информации в режиме РВ, управление подсистемами алармов и событий, сервисы управления данными и может быть полнофункциональным или распределенным (БД, компоненты, среда разработки и среда исполнения разнесены по рабочим станциям).

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

полнофункциональным или распределенным (БД, компоненты, среда разработки и среда исполнения разнесены по рабочим станциям).

IAS в отличие от InTouch 7.11 оперирует не с тэгами, а с объектами ("аналоговое устройство", "дискретное устройство", "платформа", "переключатель" и др.). Использование платформы ArchestrA обеспечивает интеграцию IAS, БД IndustrialSQL Server и SCADA-системы InTouch 8.0, сокращая время разработки приложений для автоматизации всего производства. ArchestrA, таким образом, заполняет нишу между АСУ ТП и ERP-системами верхнего уровня.

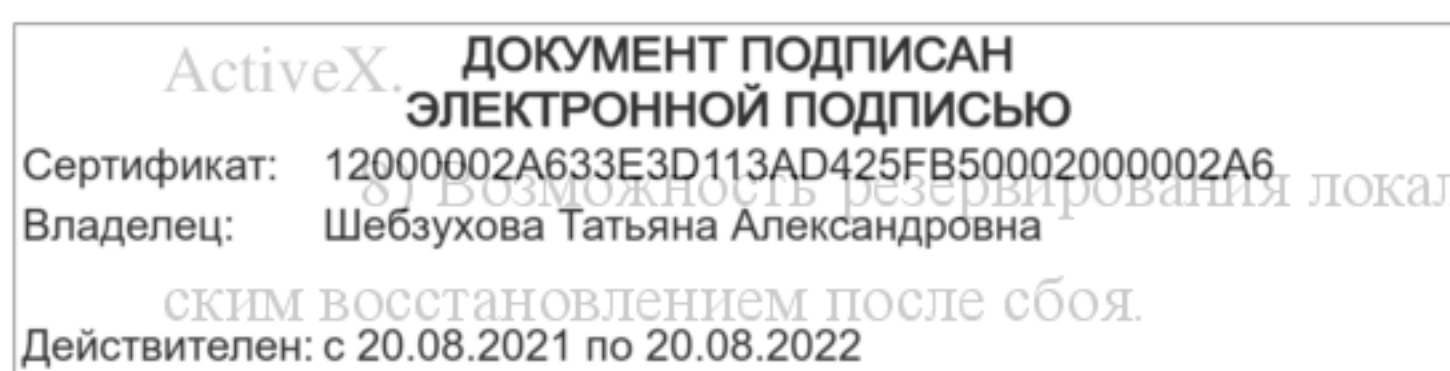
SCADA-система Trace Mode ("AdAstra Research Group", Россия)

Trace Mode – это 32-разрядная SCADA-система, имеющая сертификат Госстандарта РФ и широкое распространение в России и странах СНГ. Trace Mode является интегрированной SCADA/HMI и SoftLogic системой, когда разработка приложений для операторских станций и контроллеров производится в рамках одного проекта на базе единого ПО. За счет использования принципов автопостроения проекта сокращаются время его разработки и стоимость.

Архитектура системы Trace Mode – это клиент-серверная архитектура с использованием общей модели объектов DCOM для ОС Windows NT/2000/XP. Основу Trace Mode составляет мощный сервер и БД реального времени. Связь с клиентскими модулями, приложениями SCADA-систем, УСО и СУБД осуществляется через стандартные интерфейсы DCOM, OPC, HTTP, DDE, T-COM, ActiveX, SQL/ODBC.

Основные функции системы Trace Mode 5:

- 1) Модульная структура с числом каналов от 128 до 64000х16.
- 2) Встроенная поддержка российских контроллеров Ремиконт, Ломиконт, Ш711, КРУИЗ, МФК, ЭК2000 и др.
- 3) Поддержка международного стандарта на средства программирования контроллеров IEC 61131-3.
- 4) Библиотека драйверов контроллеров фирм Rockwell Automation, Siemens, Schneider Electric, Moeller, PEP, Fisher Rosemount и др.
- 5) Средства программирования PC-base контроллеров M1C2000, ROBO, Lagoon, TREI и др.
- 6) Встроенная система более 150 алгоритмов АСУТП, в том числе алгоритмы фильтрации, ПИ- и ПИД-регулирования, нечеткое и позиционное регулирование, ШИМ-преобразование и др., а также адаптивная настройка регуляторов.
- 7) Открытость для встраивания пользовательских алгоритмов и форм отображения



локальных сетей, датчиков, архивов с автоматиче-

Суть автопостроения, ускоряющего разработку проекта, заключается в автоматическом генерировании баз каналов операторских станций и контроллеров на основе информации о числе точек ввода-вывода, номенклатуре контроллеров и УСО, характере связи между ПК и ПЛК.

Благодаря автопостроению, разработка АСУ ТП сводится к следующему:

- В рабочем поле Редактора базы каналов размещаются иконки (объекты) контроллеров и операторских станций.
- Указываются число сигналов ввода-вывода и наличие информационного обмена между узлами.
- Запускается автопостроение, которое автоматически формирует базы каналов проекта.

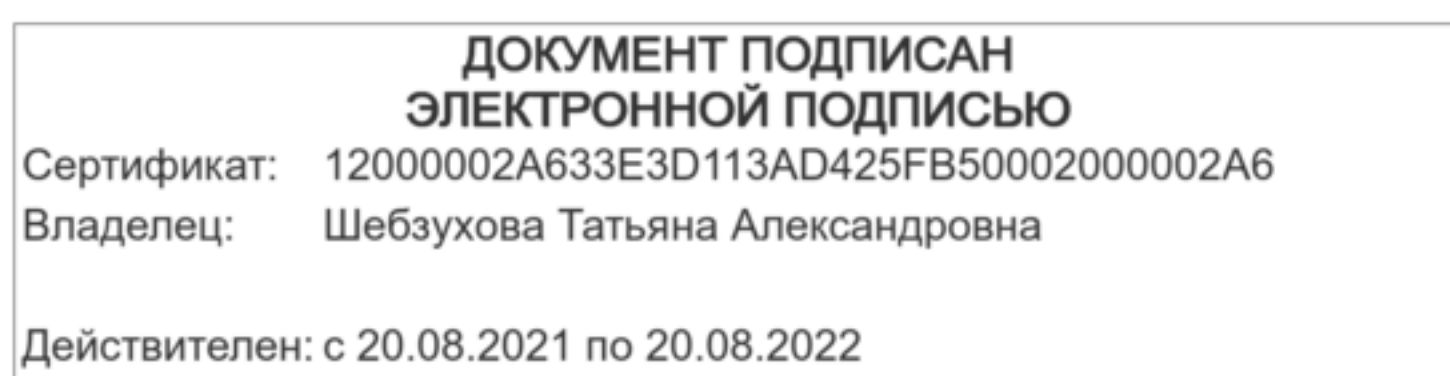
Разработка графического интерфейса осуществляется с помощью Редактора представления данных (аналогичного Редактору базы каналов), который позволяет создавать мнемосхемы технологических объектов и динамические объекты (гистограммы, тренды, бегущие дорожки и пр.). Библиотека объектов включает емкости, теплообменники, кнопки и др. Пользователь может на языке Visual Basic (VB) написать собственные формы как ActiveX и встроить их в Trace Mode. Возможна отладка проекта из редактора Trace Mode в режиме реального времени.

По протоколам TCP/IP, IPX/SPX, DCOM, DDE/NetDDE, OPC и др. осуществляется связь с офисными приложениями Excel, Access, MS SQL Server, Oracle, SyBase, BaseStar, R/3, программами ПАРУС и ГАЛАКТИКА на уровне АСУП.

Основу ПО диспетчерского уровня управления составляют MPB. MPB Trace Mode – это сервер реального времени, осуществляющий прием данных с контроллеров, управление процессом, визуализацию информации, расчет ТЭП, ведение архивов (с дискретностью 0,001 с).

Trace Mode содержит средства для разработки АРМ руководителя с помощью модулей Supervisor, которые предоставляют руководителю всю необходимую информацию о параметрах и состоянии технологического процесса.

Trace Mode позволяет создавать резервированные многоуровневые АСУ ТП масштаба предприятия на базе ведущих сетевых ОС с обменом по протоколу NetBios, NetBEUI, IPX/SPX, TCP/IP. Сетевые комплексы допускают структурирование с выделением следующих уровней: контроллеров, диспетчерского и административного.



Оформление отчетов о ходе технологического процесса осуществляется с помощью Сервера документирования. Сервер принимает данные от удаленных модулей и обрабатывает их в соответствии со сценариями. Готовые отчеты могут быть записаны в файл, выведены на печать, экспортированы в СУБД или представлены в Internet. Для обмена информацией по сети Internet используется Web-сервер Trace Mode. Технология тонкого клиента позволяет осуществлять визуализацию процесса, формировать тренды и алармы, формировать управляющие воздействия с помощью Web-браузера.

Trace Mode поддерживает технологии телеуправления через GSM и SMS. GSM-активатор для Windows NT предоставляет пользователям на сотовые телефоны отчеты тревог, позволяет передавать с сотового телефона команды управления, получать информацию по запросу с сотового телефона.

SCADA-система SIMATIC WinCC ("Siemens", Германия)

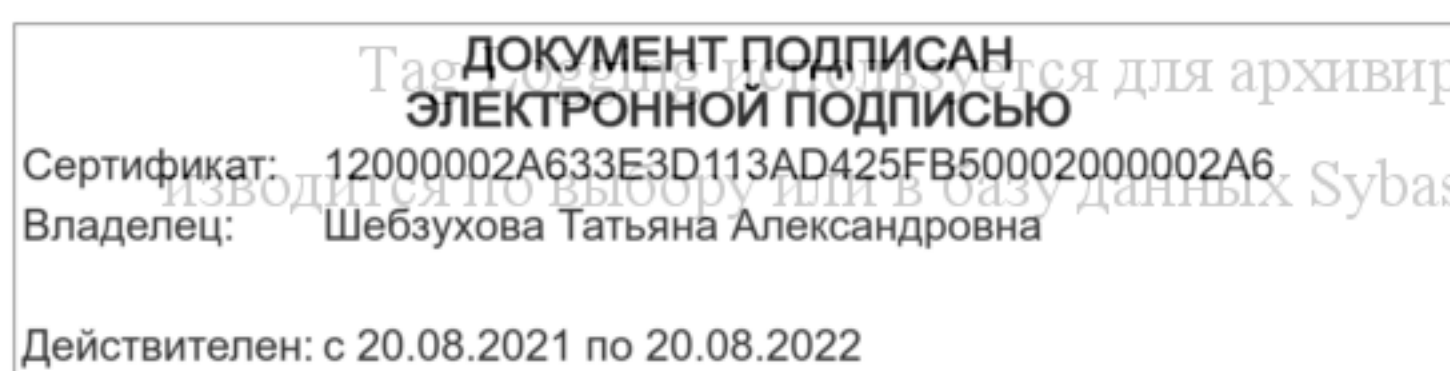
Основу WinCC составляет базовая система, поддерживающая основные интерфейсы SCADA-систем, - OPC, ActiveX, ODBC, SQL и др.

В состав базовой системы входят следующие компоненты: Control Center, Graphics Designer, Alarm Logging, Tag Logging, User Archiv, Report Designer, Global Scripts, User Administration.

Control Center выполняет следующие функции:

- 1) Обзор данных проекта и глобальных установок системы;
- 2) Запуск среды разработки или исполнения; формирование общей базы данных переменных и сообщений с контроллеров Simatic; осуществление коммуникаций с контроллерами;
- 3) Конфигурацию многопользовательской клиент-серверной сетевой системы.
- 4) Graphics Designer используется для создания мнемосхем и динамических графических элементов с использованием:
- 5) Стандартных объектов (текстов, линий, прямоугольников, кругов, статической графики и пр.);
- 6) Пользовательских объектов управления, ActiveX объектов;
- 7) Режимы On-line, поддержки OLE Automation.

Alarm Logging применяется для сбора и архивации событий в системе. Поступающие сообщения отображаются, а также могут генерировать звуковые сигналы тревоги. Сообщения могут подтверждаться оператором (квитироваться) в зависимости от степени важности.



архива отображаются в виде кривых или таблиц. Возможно формирование данных для статистической оценки работы системы, а также импорт и экспорт архивов на внешний носитель.

User Archiv служит для хранения пользовательских данных в форме записей со свободно-параметризуемой структурой, определяемой пользователем. Доступ к базам данных осуществляется как через ODBC и SQL, так и через WinCC API.

Report Designer служит для генерации отчетов в свободно-программируемом формате, управляемых событиями или по времени. Генерируются протоколы поступающих сообщений, измеряемых величин и архивов, протоколы пользовательских отчетов, распечатки списков переменных и т.д.

Global Scripts служит для программирования действий, производимых с объектами, а также программ, выполняющихся в фоновом режиме. Функции, написанные пользователем на языке ANSI-C, могут считывать и устанавливать значения переменных, вызывать на экран новые изображения, генерировать сообщения об ошибках, генерировать протоколы, подключать динамические библиотеки (DLL) и пр.

User Administration служит для управления правами доступа пользователей в системе.

Ко всем перечисленным модулям WinCC имеет API интерфейс. Система поддерживается ОС Windows NT SP6 или Windows 2000 SP2 (системная шина PCI).

Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

Указания по выполнению лабораторной работы:

1) На лабораторной стойке «Модель электростанции №1» собрать схему лабораторных испытаний, соответствующую режиму №3. Переключатели режима управления SA2 модуля «Преобразователь частоты» и SA1 модуля возбуждения перевести в положение «Авт».

2) На лабораторной стойке «Модель электростанции №2» собрать схему лабораторных испытаний, соответствующую режиму №2. Переключатели режима управления SA2 модуля «Преобразователь частоты» и SA1 модуля возбуждения перевести в положение

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

«Авт».

3) Включить автоматы источников питания моделей электростанций №1 и №2.

4) На персональном компьютере централизованного комплекса диспетчерского управления (ЦКДУ) запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Комплекс ДУ – Оптимизация режимов». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

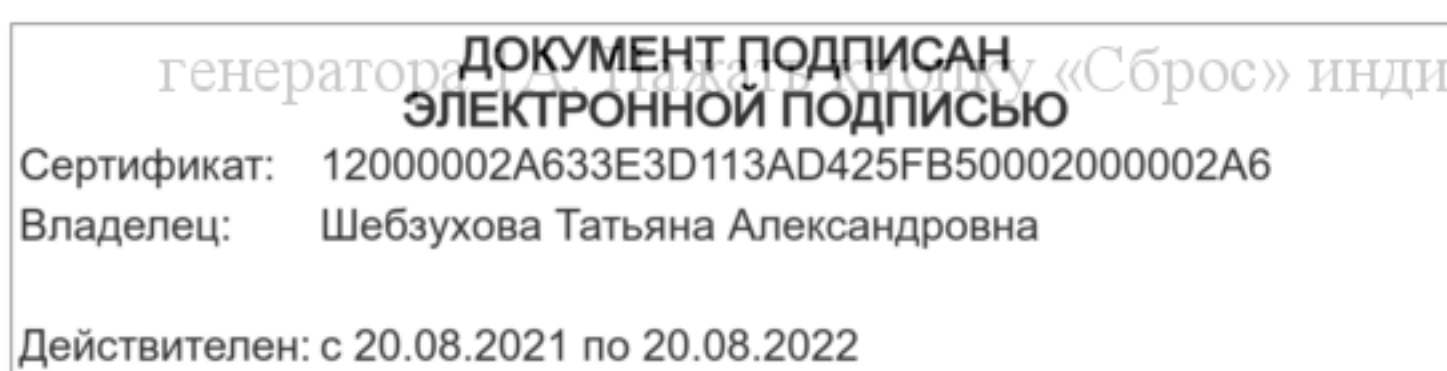
5) На персональном компьютере модели электростанции №1 запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Электростанция №1 – Оптимизация режимов». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

6) На персональном компьютере модели электростанции №2 запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Электростанция №2 – Оптимизация режимов». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

7) Дистанционно включить выключатели Q6 и Q7 электростанции №1 (щелчком левой кнопки мыши по изображению выключателя на мнемосхеме локального комплекса управления электростанции). Аналогичным образом включить выключатель Q6 на электростанции №2. На централизованном комплексе диспетчерского управления подать команды на включение выключателей линии электропередачи W1 со стороны электростанции №1 и №2.

8) На электростанции №2 дистанционно включить выключатель Q1, подающий питание от модуля ПЧ на приводной двигатель М. Открыть диалоговое окно управления командой главного меню «Сеть — Управление — Локальное управление». Изменяя положение программного регулятора «Управление мощностью турбины», установить номинальную частоту вращения агрегата 1500 об/мин, соответствующую уставке по частоте 50Гц на модуле преобразователя частоты. Подать дистанционную команду на включение генераторного выключателя Q3. Включить переключатель «Сеть» источника возбуждения синхронного генератора. Дистанционно включить выключатель Q2, подающий ток в обмотку возбуждения синхронного генератора G. Изменяя положение программного регулятора «Управление системой возбуждения», установить величину тока возбуждения синхронного

генератора. Нажать кнопку «Сброс» индикатора угла нагрузки синхронного генератора



на лицевой панели модуля измерителя скорости. Изменяя положение программного регулятора «Управление мощностью турбины», перевести синхронный генератор в режим выдачи активной мощности 50Вт.

9) Аналогичным образом, ввести в работу энергоблок на электростанции №1.

10) На ЦКДУ по показаниям на мнемосхеме ПК определить величину активной мощности, передаваемой в энергосистему S1, величину активной мощности, передаваемой по линии электропередачи W1, и величину суммарных потерь мощности в сети.

11) Произвести оптимизацию режима работы энергосистемы с целью снижения потерь мощности в сети. Для этого, на ЦКДУ выбрать команду «Сеть — Управление — Дистанционное управление». В появившемся диалоговом окне, с помощью регуляторов «Активная мощность» блоков «Электростанция №1», «Электростанция №2» скорректировать мощность генераторов электростанций с целью снижения суммарных потерь мощности в сети, при этом, мощность, передаваемая в систему S1 должна оставаться неизменной.

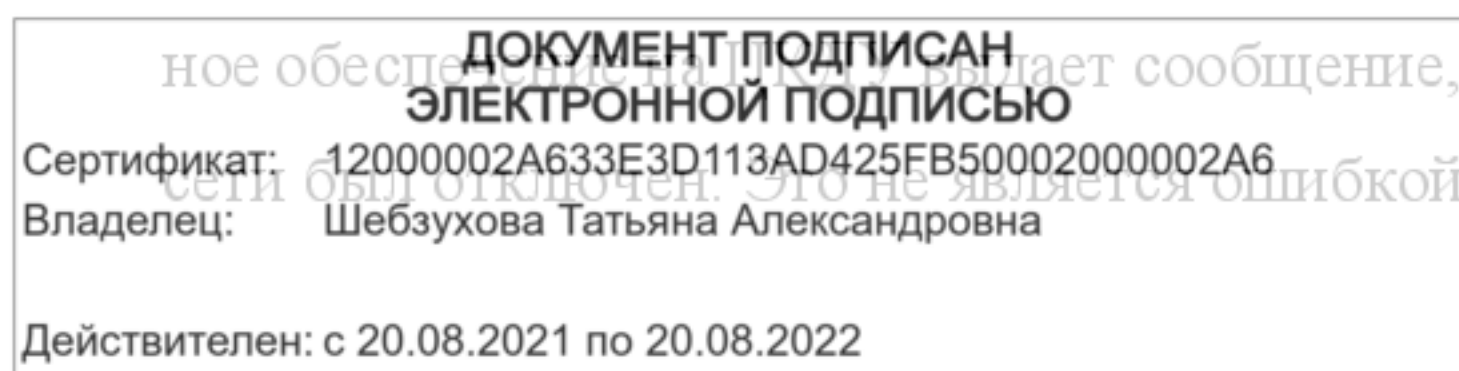
12) На ЦКДУ по показаниям на мнемосхеме ПК определить величину активной мощности, передаваемой в энергосистему S1, величину активной мощности, передаваемой по линии электропередачи W1, и величину суммарных потерь мощности в сети. При необходимости, повторить п.11-12.

13) Отключить генератор электростанции №2 от сети. Для этого, подать дистанционную команду отключения выключателя Q3. Открыть диалоговое окно управления режимом работы энергоблока командой главного меню «Сеть — Управление — Локальное управление». Установить регулятор «Управление системой возбуждения» в крайнее левое положение. Дистанционно отключить выключатель Q2. Установить регулятор «Управление мощностью турбины» в крайнее левое положение. Дистанционно отключить выключатель Q1.

14) Аналогичным образом отключить генератор электростанции №1 от сети.

15) На ЦКДУ подать команды теле отключения всех выключателей в электроэнергетической системе. Отключить автоматы источников питания моделей электростанций №1 и №2.

16) Остановить работу программ управления на электростанциях №1 и №2 кнопкой «Стоп», командой главного меню «Управление – Стоп» или горячей клавишей F6. Аналогичным образом, остановить работу программы управления на ЦКДУ. Внимание! При останове работы программ на локальных комплексах управления электростанциями, программ-



о том, что один из клиентов информационной

17) Проанализировать полученные данные, перечислить факторы, влияющие на величину потерь электрической энергии в распределительной сети, объяснить влияние мощностей в генерирующих узлах энергосистемы на режим работы распределительной сети, указать другие факторы, влияющие на потери электрической энергии в распределительной сети. Оформить отчет по лабораторной работе.

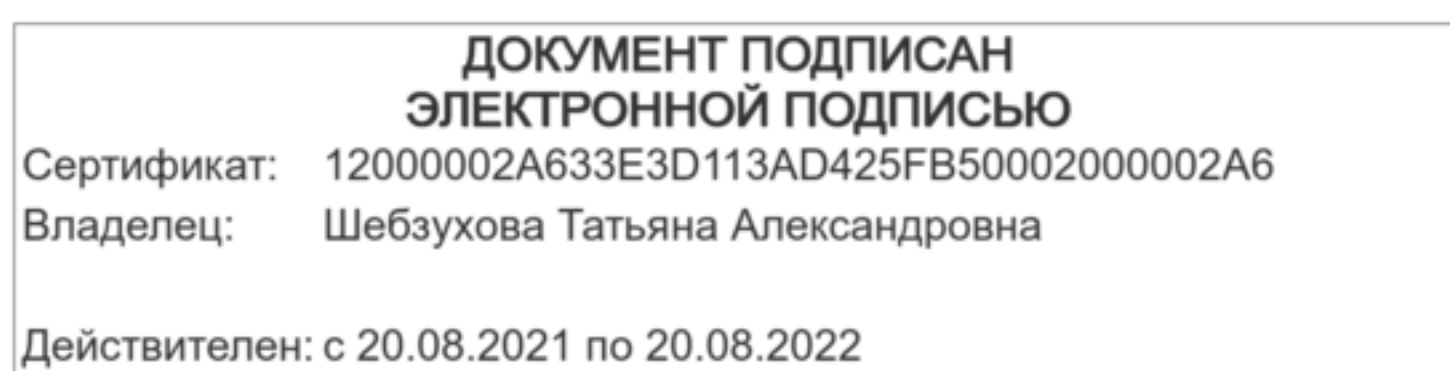
Содержание отчета:

Отчет должен содержать:

1. Название работы;
2. Цель работы;
3. Краткие теоретические сведения;
4. Описание используемого оборудования и материалов;
5. Порядок выполнения работы;
6. Вычисления и обработка результатов;
7. Выводы.

Контрольные вопросы:

1. Каналы связи в сетях 0,4-10 кВ и их характеристика.
2. Схема образования канала связи по ЛЭП (фаза-земля).
3. Схема образования канала связи по ЛЭП (фаза-фаза).
4. Схема образования канала связи по ЛЭП (2 фазы-фаза).
5. Схема образования канала связи по ЛЭП (3 фазы-земля).
6. Схема образования канала связи по ЛЭП (3 фазы).
7. Схема подключения модема (фаза-фаза) на контролируемом пункте (КП).
8. Схема подключения модема (2 фазы-фаза) на контролируемом пункте (КП).
9. Схема подключения модема (3 фазы) на контролируемом пункте (КП).
10. Схема подключения модема (3 фазы-земля) на контролируемом пункте (КП).
11. Схема подключения модема (3 фазы) на пункте управления (ПУ).
12. Схема подключения модема (3 фазы-земля) на пункте управления



Лабораторная работа №5. Оптимизация потерь электрической энергии в распределительных сетях за счет регулирования напряжения в узлах сети

Цель работы: Изучить принципы дистанционного управления режимом работы электростанций и методы управления режимом работы распределительных сетей

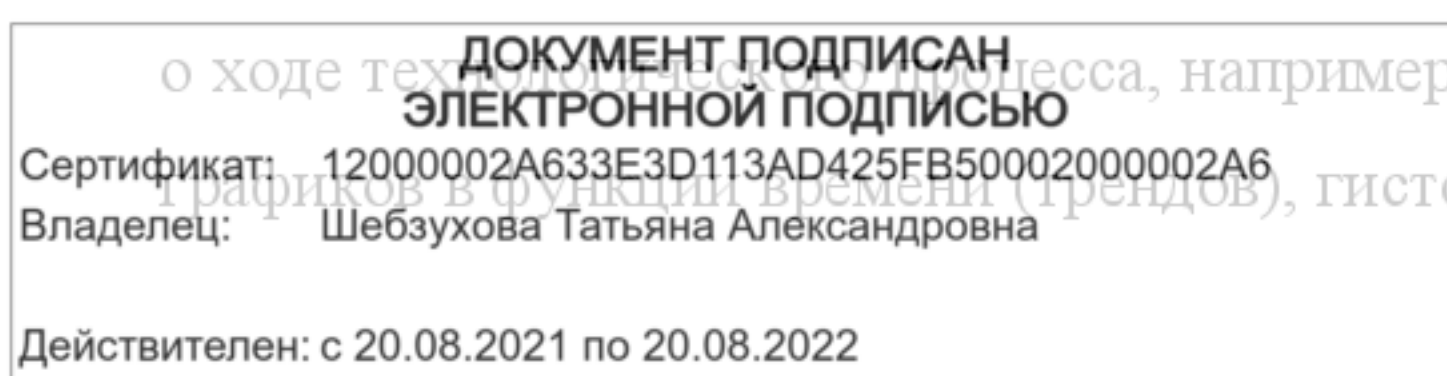
Основы теории:

Современные системы управления характеризуются территориальной и функциональной распределенностью устройств сбора данных и управления. Контроль хода технологического процесса и управление низовой автоматикой осуществляется оператором с автоматизированного рабочего места оператора (АРМ) или операторской станции, состоящей, как правило, из цветного графического дисплея с клавиатурой, установленных в операторском помещении. При необходимости установки АРМ-оператора в цеху используются промышленные рабочие станции со встроенной клавиатурой или выполненной в пыле- влагозащищенном исполнении.

Представление данных в реальном масштабе времени о ходе технологического процесса, визуализация процесса в виде мнемосхем, составление отчетов и графиков, сигнализация отклонений параметров и другие необходимые функции осуществляются с помощью специального программного обеспечения SCADA-систем. SCADA-система (Supervisory Control And Data Acquisition – система сбора данных и оперативного диспетчерского управления) разрабатывалась, как универсальное многофункциональное программное обеспечение систем верхнего уровня, позволяющее оперативному персоналу наиболее эффективно управлять технологическим процессом. По мере развития программных и аппаратных средств наблюдается применение SCADA-систем на нижнем, контроллерном, уровне.

Основные функции SCADA- систем:

- 1) сбор данных о параметрах процесса, поступающих от контроллеров или непосредственно от датчиков и исполнительных устройств, например, значения температуры, давления и других параметров, положение клапана или вала исполнительного механизма;
- 2) обработка и хранение (архивирование) полученной информации. Под обработкой информации понимается выполнение функций фильтрации, нормализации, масштабирования, линеаризации для приведения данных к нужному формату;
- 3) графическое представление в цифровой, символьной или иной форме информации



4) сигнализация изменений хода технологического процесса, особенно в предаварийных и аварийных ситуациях в виде системы алармов. При этом может осуществляться регистрация действий обслуживающего персонала в аварийных ситуациях;

5) формирование сводок, журналов и других отчетных документов о ходе технологического процесса на основе информации, собранной в архивах;

6) формирование команд оператора по изменению параметров настройки и режима работы контроллеров, исполнительных устройств (пуск-останов, открытие-закрытие);

7) автоматическое управление ходом технологического процесса в соответствии с имеющимися в SCADA-системах алгоритмами управления (ПИ– ПИД–регулирование, позиционное, нечеткое регулирование). Данные функции рекомендуется использовать для решения задач невысокого быстродействия.

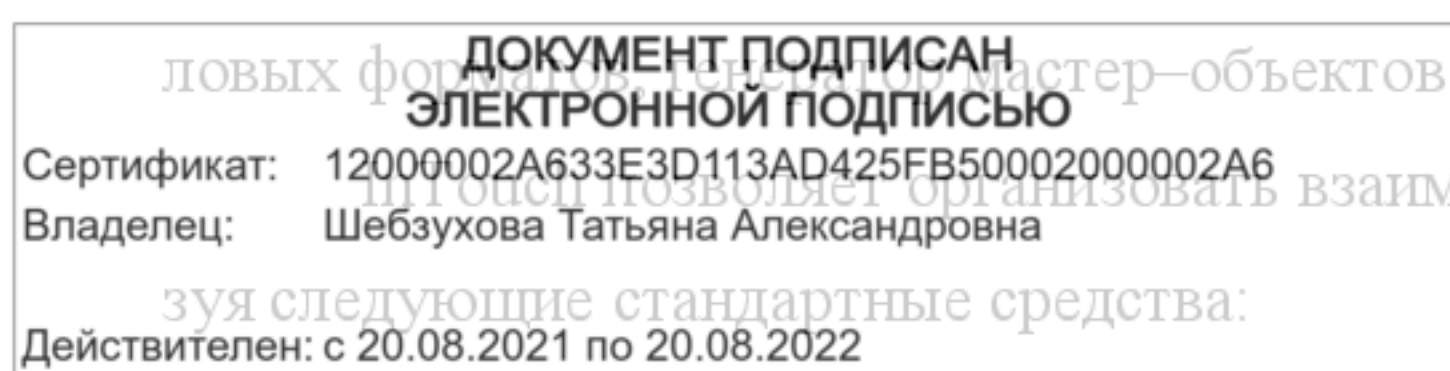
Таким образом, SCADA-системы являются мощным инструментом для разработки ПО верхнего уровня АСУ ТП. При этом от разработчика не требуется больших знаний в области программирования на языках высокого уровня.

SCADA-система InTouch ("Wonderware", США)

Программное обеспечение InTouch является объектно-ориентированным человеко-машинным интерфейсом (HMI – Human Machine Interface) для процессов сбора данных и управления, которое позволяет контролировать и управлять объектами и системами, используя графические объекты.

Основные функции HMI: отображение параметров объекта управления; отображение текущих и исторических трендов; отображение и регистрация аварийных сигналов. Средства объектно-ориентированного проектирования позволяют создавать динамические изображения, поддерживают их вращение, дублирование, копирование, вставку, стирание и др. операции. Анимационные связи поддерживают работу с дискретными, аналоговыми и строковыми переменными, горизонтальными и вертикальными движениями и кнопками, а также связаны с размером и цветом текста, его местоположением, вращением и мерцанием. InTouch содержит библиотеку мастер-объектов (Wizard), включающую предварительно сконфигурированные вспомогательные средства – переключатели, ползунковые регуляторы, счетчики. Возможно создание собственных мастер-объектов применительно к конкретной системе.

Приложение Productivity Pack, являющееся дополнением к InTouch, содержит библиотеку более чем на 2000 мастер-объектов, универсальные средства просмотра на 200 фай-



- DDE-обмен (Dynamic Date Exchange – динамический обмен данными). Большинство серверов ввода-вывода (например, контроллеры) поддерживают DDE-обмен для передачи данных в InTouch-приложение, известное приложение Excel также использует DDE-механизм. Используя NetDDE, поставляемый с InTouch, пользователь получает возможность связи по DDE между задачами на разных компьютерах через сеть. Поддерживается связь между Windows, VNS и UNIX с помощью протоколов NetBIOS, TCP/IP и DecNET, а также через последовательный канал;

- OLE-технология (Object Linking and Embedding – включение и встраивание объектов). Используется для взаимодействия с др. пользовательскими приложениями;

- OPC - программы (OLE for Process Control – OLE для управления процессами).

InTouch 7.11, поддерживаемая ОС Windows NT, является одним из компонентов интегрированного пакета программного обеспечения для полной автоматизации производства Factory Suite 2000.

Компоненты Factory Suite используются на трех уровнях автоматизации:

- на контроллерном уровне (управление процессом с помощью ПЛК, УСО, рабочих станций);

- на уровне SCADA-систем (супервизорное управление технологическим процессом);

- на уровне MES-систем (оперативно-диспетчерское управление процессом).

Factory Suite построен на открытых технологиях COM, DCOM, OPC, ActiveX и содержит большое число серверов ввода-вывода, обеспечивающих связь с оборудованием, приборами и устройствами связи. Вся информация накапливается в реляционной базе данных реального времени Industrial SQL Server. За счет использования протокола SuiteLink обеспечивается высокое быстродействие (запись около 40000 параметров в секунду с частотой записи до 1мс), компактность хранения данных (2-х месячный архив из 4000 параметров занимает около 2 Мбайт дискового пространства). IndustrialSQL Server использует возможности Microsoft SQL Server, в том числе его возможности фильтрации, объединения и обработки данных для удобства их запроса и выборки. IndustrialSQL Server может автоматически обновлять статистические данные в виде сводных таблиц с заданной производительностью, фиксируя средние, а также максимальные и минимальные значения параметров. Данные из SQL сервера в виде отчетов могут передаваться путем Web-файла в Internet и далее удаленным пользователям, а также через GSM-модем запрашиваться и передаваться

потребителем. ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

ЛПЦ.

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

IndustrialSQL Server в FactorySuite входят приложения-клиенты текущих и архивных трендов, графиков и таб-

Помимо объектно-ориентированной графики, анимационных связей и библиотеки мастер–объектов, InTouch дает пользователям возможность удаленного доступа к источникам данных ввода-вывода (например, Microsoft Excel) без необходимости создания тэга (тэг – это запись базы данных, содержащая информацию о параметре процесса) в локальной базе данных тэгов. Другими функциями InTouch являются одновременная поддержка многочисленных источников алармов (поддержка от 1 до 999 приоритетов алармов). Алармы могут быть выведены на экран, записаны на диск и выведены на печать. Также InTouch позволяет создавать исторические тренды и тренды реального времени с возможностью одновременного отображения до 8-ми переменных (тренд реального времени поддерживает работу с четырьмя переменными). При этом каждая переменная читается из собственного файла. Возможен экспорт данных в Excel, файл данных или в канал DDE. Кроме того, пользователь может генерировать отчеты напрямую из проекта InTouch путем прямого форматирования экрана, выводить на печать или рассылать по электронной почте.

Благодаря наличию функции SPC (Statistical Process Control – Статистическое Управление Процессом) InTouch предоставляет возможность статистического управления процессом на уровне оператора. Также функции пакета поддерживают логические и математические выражения. Пользователь может выводить на экран действительные числа с одним знаком после запятой (при вычислениях используется плавающая арифметика с двойной точностью). Кроме того, пользователь может описывать свои собственные функции с добавлением их в меню.

Система паролей InTouch предоставляет встроенную систему доступа на 10000 уровней, гарантирующую надежную защиту системы.

Проекты с использованием InTouch широко используются в различных отраслях промышленности.

Пакет InControl – это система программирования и управления с открытой архитектурой реального времени, позволяющая создавать архитектуру SoftPLC с заменой традиционного ПЛК на PC, подключенный к устройствам ввода-вывода через локальные сети Profibus, Modbus и др. InControl поддерживает языки релейной логики (LD), последовательных функциональных схем (SFC) и структурированного текста (ST) по стандарту IEC 61131-3. Поддерживается технология ActiveX (ПИ-, ПИД-регуляторы, нечеткая логика и др.). Также допускается программирование с использованием традиционных языков программирования. Встроенный менеджер проектов позволяет организовать приложения по

проектам. Документ подписан электронной подписью в рамках одного проекта, присваивать приоритеты

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022