

- 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

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

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.

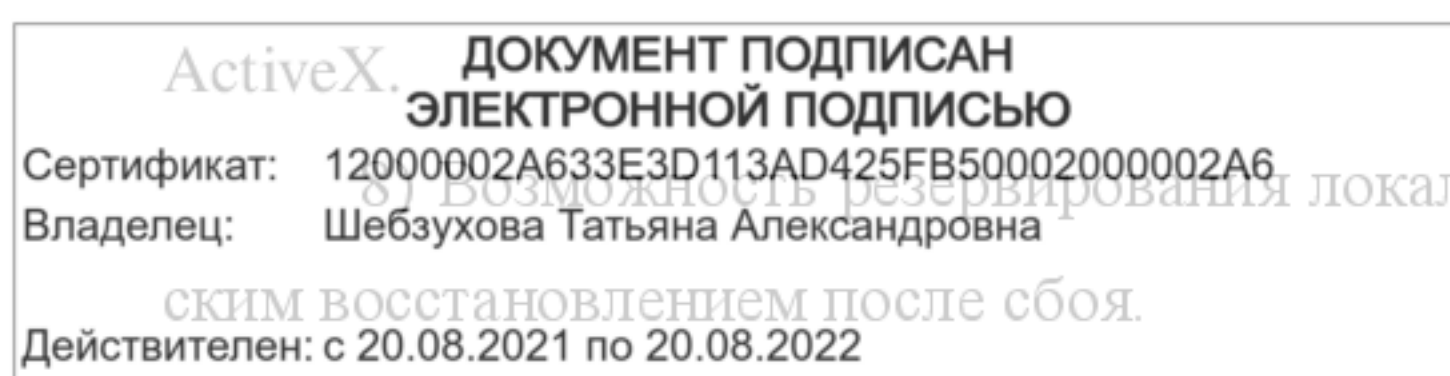
SCADA-система Trace Mode ("AdAstra Research Group", Россия)

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.

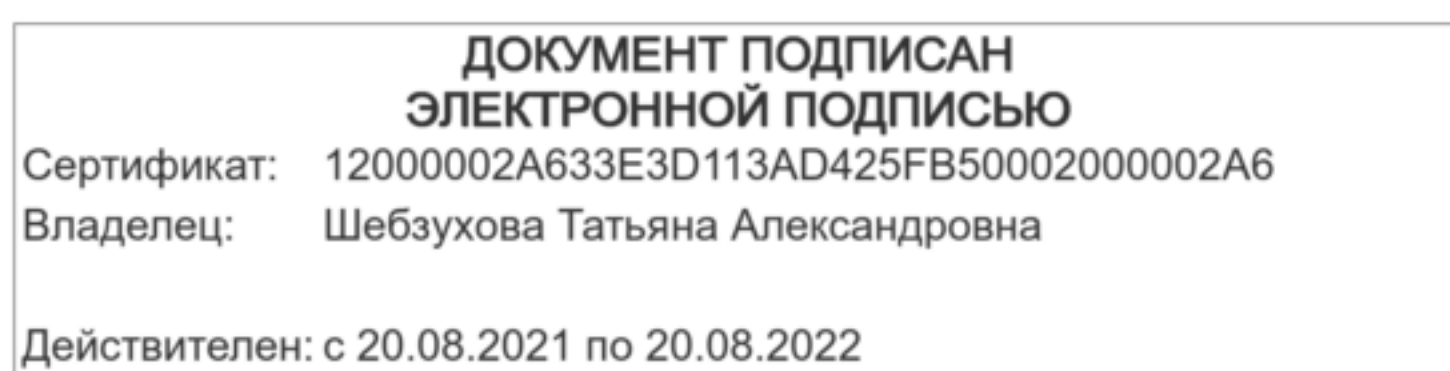
Разработка графического интерфейса осуществляется с помощью Редактора представления данных (аналогичного Редактору базы каналов), который позволяет создавать мнемосхемы технологических объектов и динамические объекты (гистограммы, тренды, бегущие дорожки и пр.). Библиотека объектов включает емкости, 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)

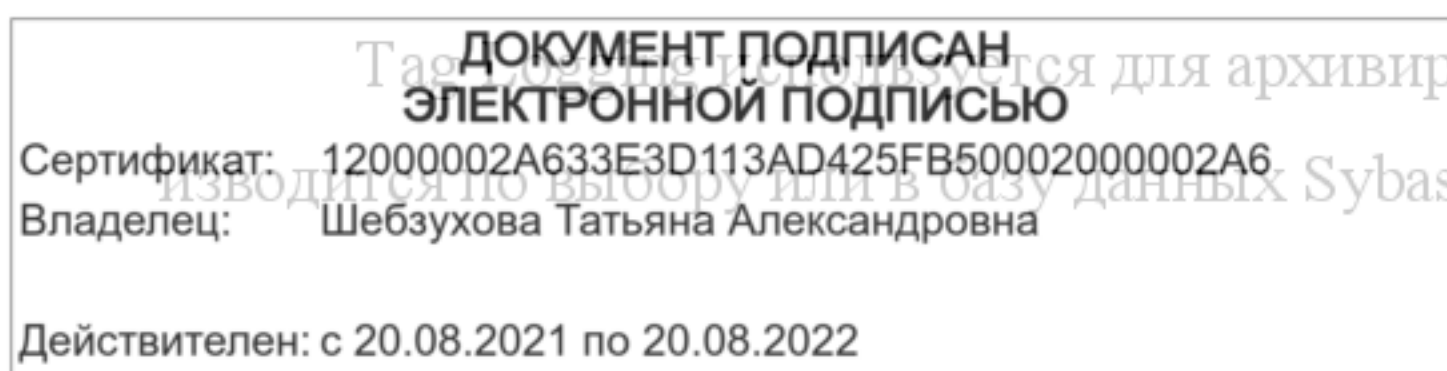
Основу WinCC составляет базовая система, поддерживающая основные интерфейсы SCADA-систем, - OPC, ActiveX, ODBC, SQL и др.

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 №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	

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.

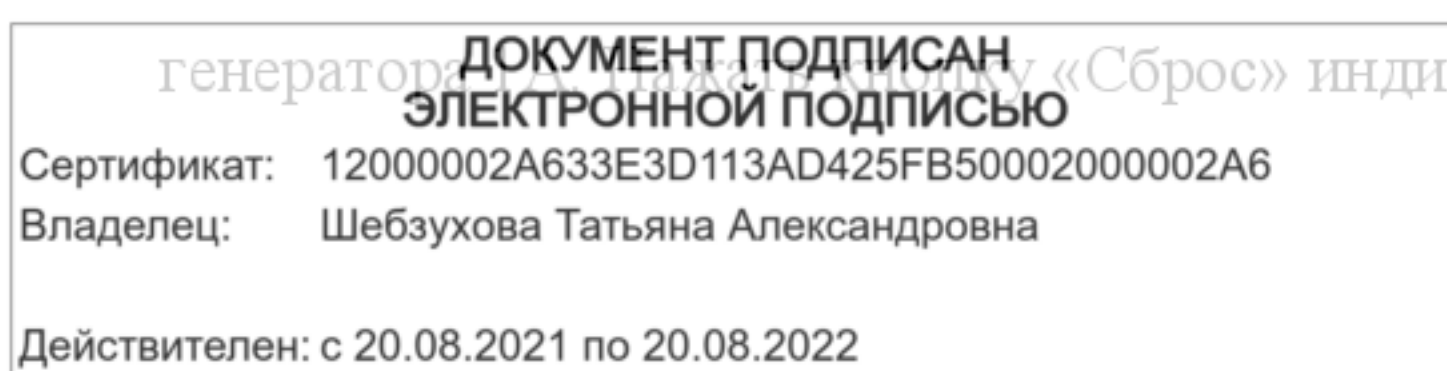
5) На персональном компьютере модели электростанции №1 запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Электростанция №1 – Оптимизация режимов». Запустить программу в работу кнопкой «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, определить величину реактивной мощности, потребляемой из энергосистемы S1, величины активной и реактивной мощностей, передаваемых 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 «Реактивная мощность» блоков «Электростанция №1», «Электростанция №2» изменить режим работы энергоблоков электростанций по реактивной мощности с целью снижения суммарных потерь мощности в сети, при этом, мощность, передаваемая в систему S1 должна оставаться неизменной. Внимание, при регулировании режима работы генератора по реактивной мощности, необходимо следить, чтобы ток возбуждения не превышал 1,2А.

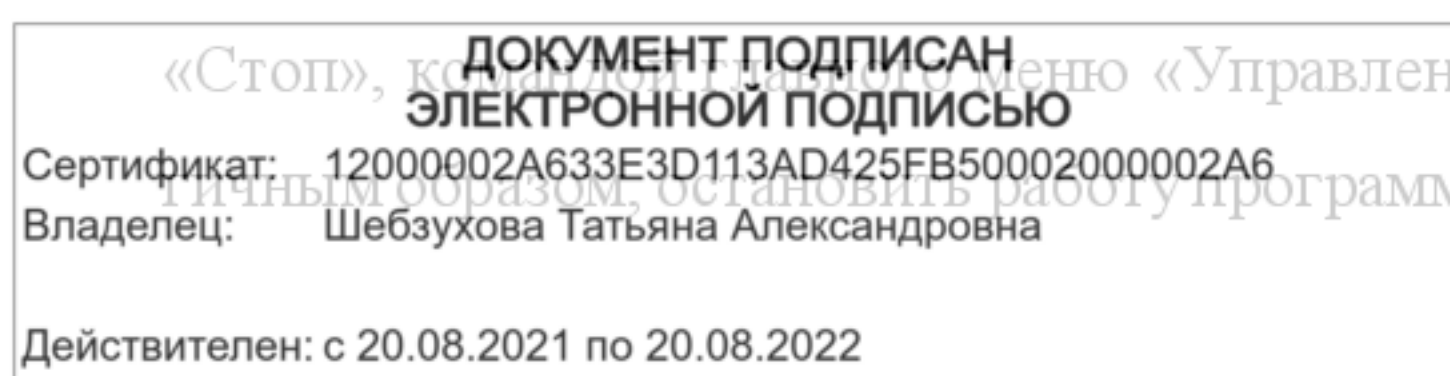
12) На ЦКДУ по показаниям на мнемосхеме ПК определить величину активной мощности, передаваемой в энергосистему S1, определить величину реактивной мощности, потребляемой из энергосистемы S1, величины активной и реактивной мощностей, передаваемых по линии электропередачи W1, и величину суммарных потерь мощности в сети.

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



нове 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.

17) Проанализировать полученные данные, перечислить факторы, влияющие на величину потерь электрической энергии в распределительной сети, объяснить влияние режима работы синхронных генераторов по реактивной мощности на режим работы распределительной сети, указать другие факторы, влияющие на потери электрической энергии в распределительной сети. Оформить отчет по лабораторной работе.

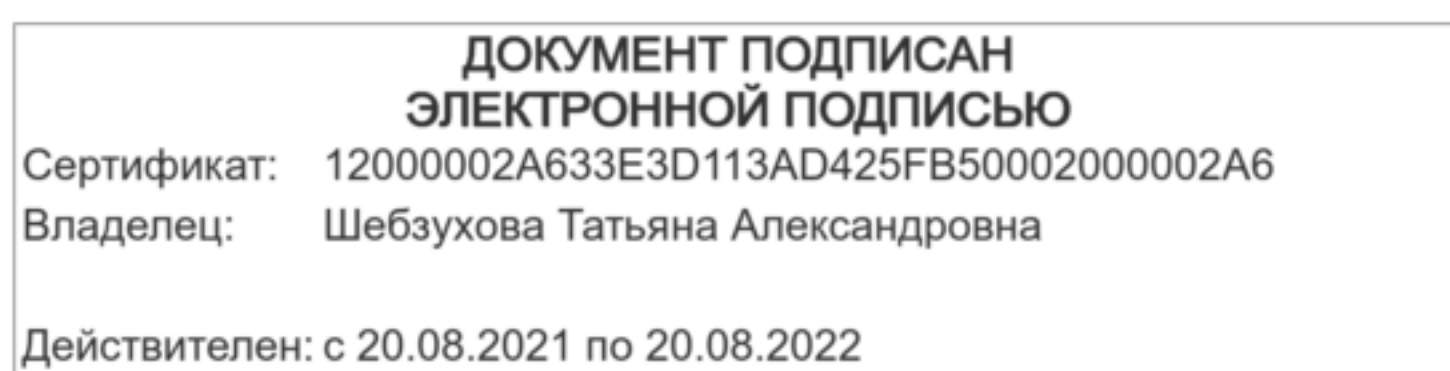
Содержание отчета:

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. Схема подключения модема (3 фазы-земля) на пункте управления (ПУ).
2. Схема подключения модема (2 фазы-фаза) на пункте управления (ПУ).
3. Схема подключения модема (фаза-фаза) на пункте управления (ПУ).
4. Назначение аппаратуры, входящей в высокочастотный (ВЧ) канал связи.
5. Информационные параметры модема.
6. Основные элементы модема передачи, его схема и работа.
7. Основные элементы модема приема, его схема и работа.
8. Теория передачи информации.
9. Структурная схема передачи информации.
10. Классификация информационных сигналов.



Лабораторная работа №6. Децентрализованные комплексы релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем

Цель работы: Изучить принципы реализации комплекса релейной защиты и автоматики электростанции с применением типовых устройств

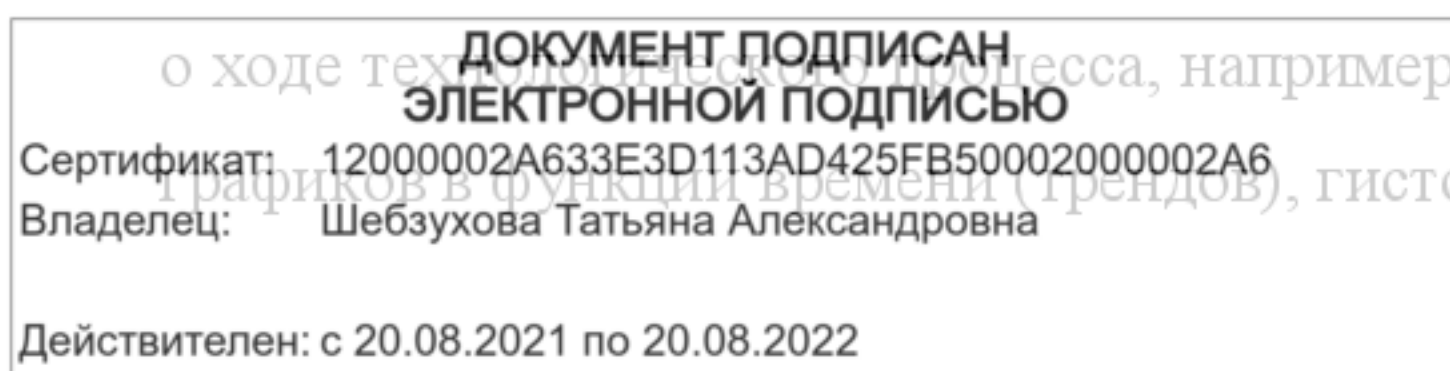
Основы теории:

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.

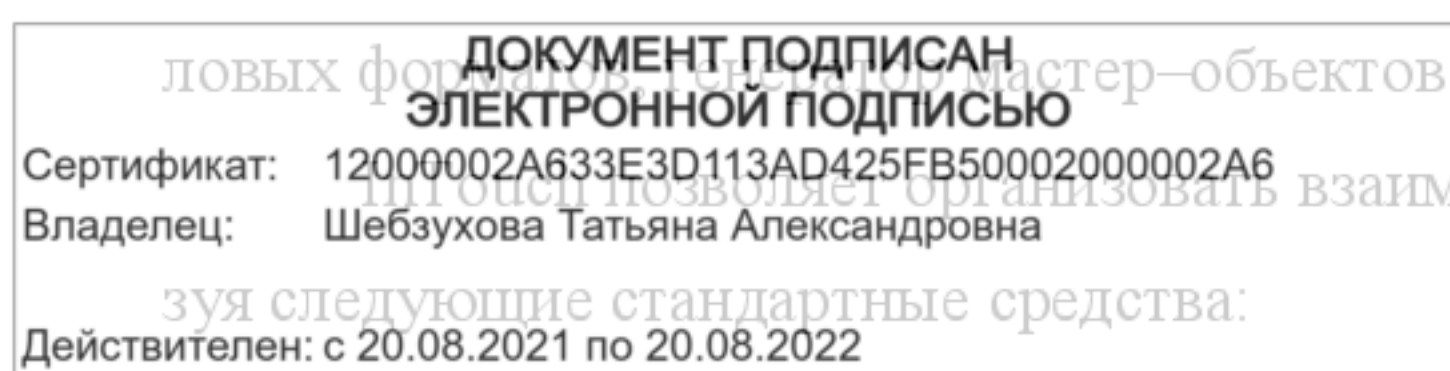
Таким образом, SCADA-системы являются мощным инструментом для разработки ПО верхнего уровня АСУ ТП. При этом от разработчика не требуется больших знаний в области программирования на языках высокого уровня.

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

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

управление подсистемами алармов и событий, 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.

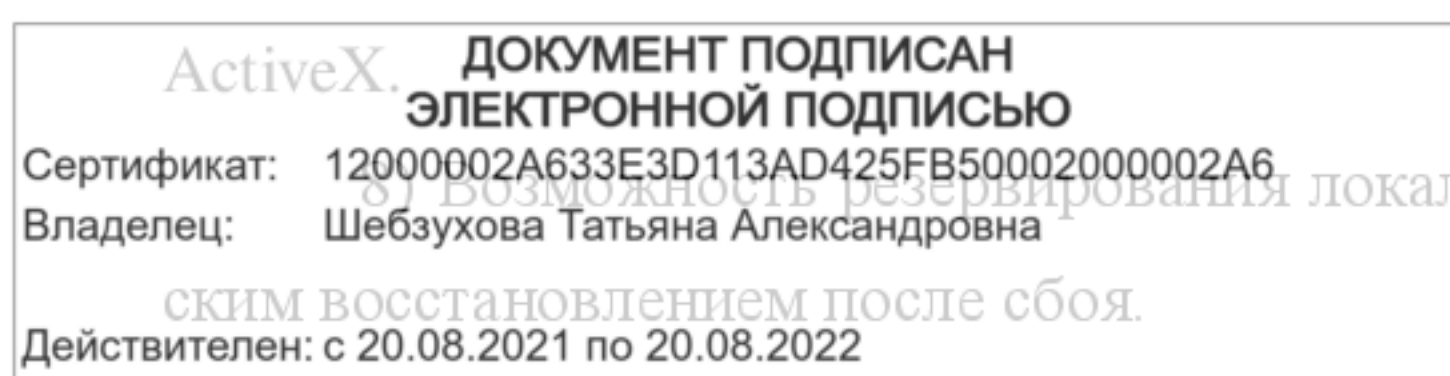
SCADA-система Trace Mode ("AdAstra Research Group", Россия)

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.

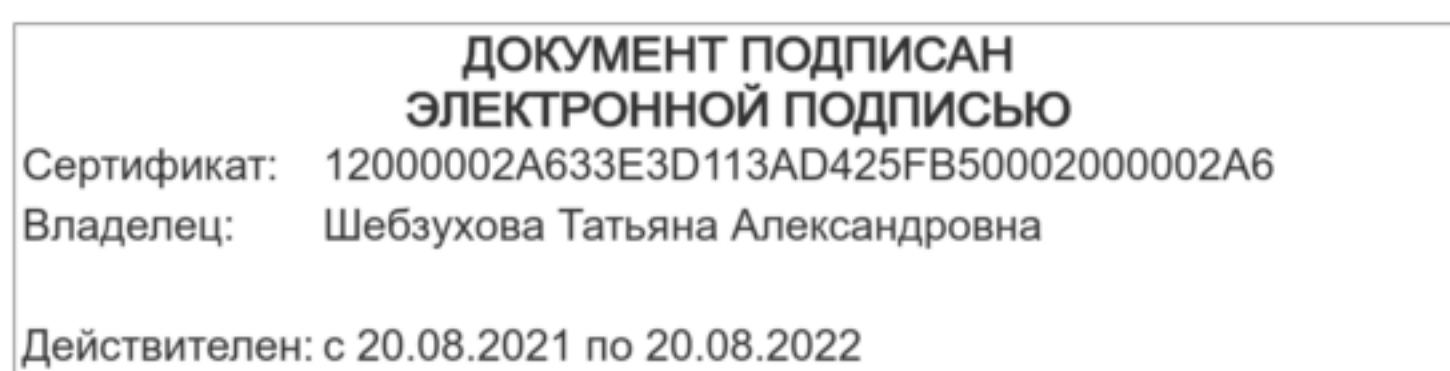
Разработка графического интерфейса осуществляется с помощью Редактора представления данных (аналогичного Редактору базы каналов), который позволяет создавать мнемосхемы технологических объектов и динамические объекты (гистограммы, тренды, бегущие дорожки и пр.). Библиотека объектов включает емкости, 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)

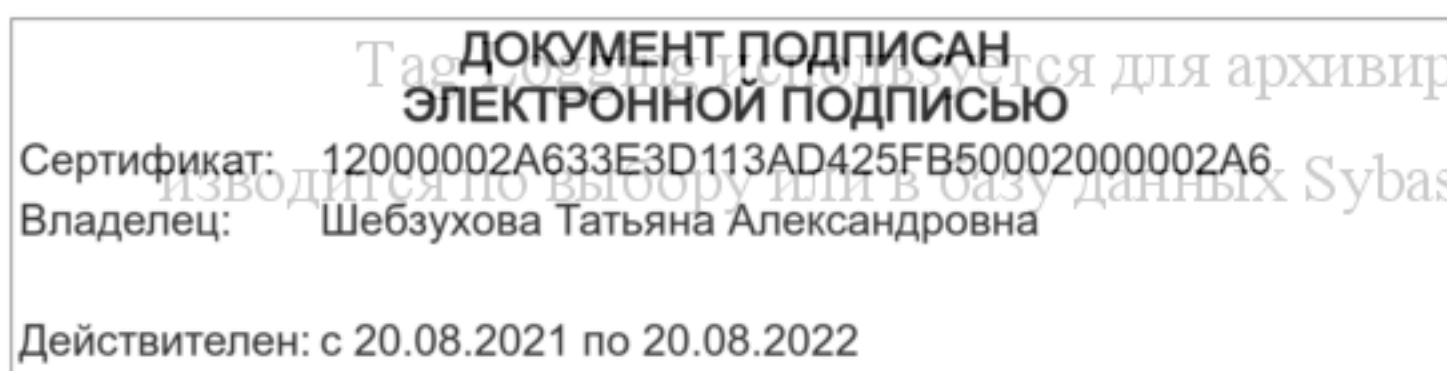
Основу WinCC составляет базовая система, поддерживающая основные интерфейсы SCADA-систем, - OPC, ActiveX, ODBC, SQL и др.

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.



Таблицы данных 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.

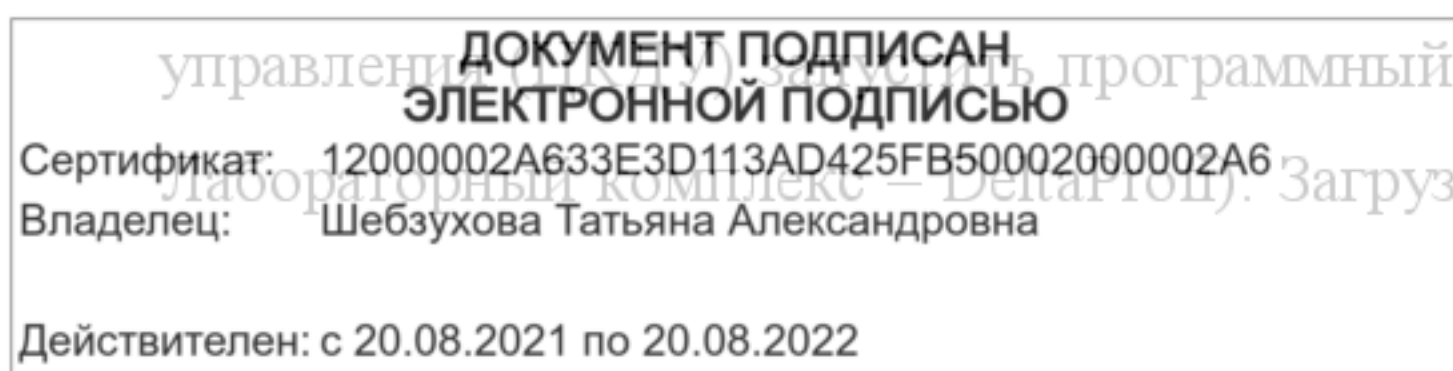
Указания по выполнению лабораторной работы:

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

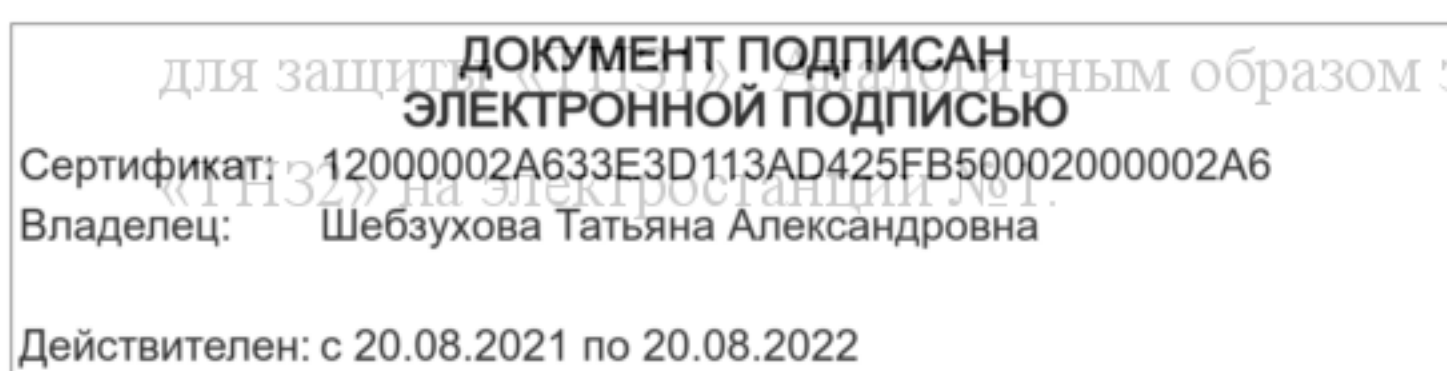
6) На персональном компьютере модели электростанции №2 запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Электростанция №2 – БСПА». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или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

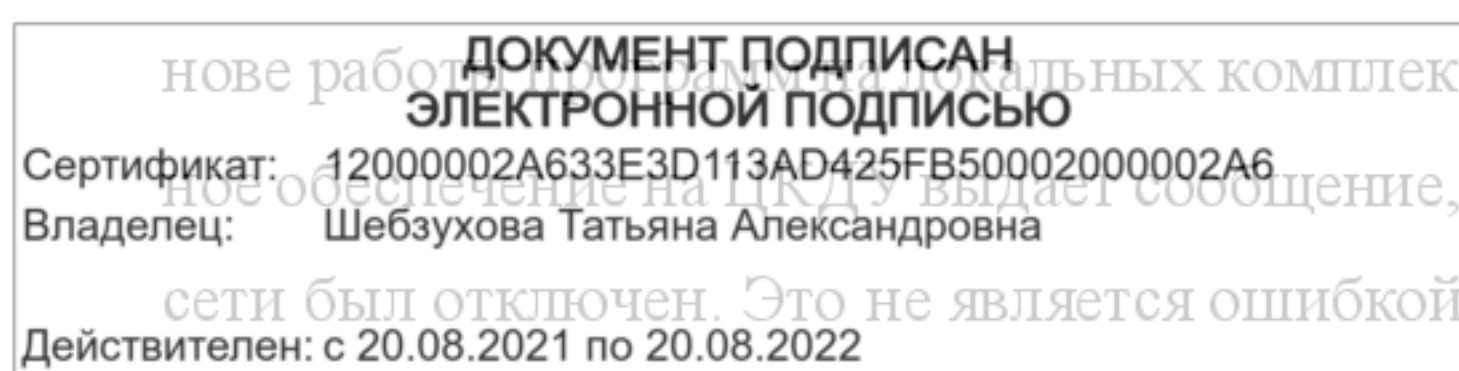
11) Определить уставки срабатывания дифференциальной защиты сборных шин. Для этого, открыть диалоговое окно настройки параметров защиты «ДЗШ», включить короткозамыкатель переключателем SA1, зафиксировать ток в обмотке дифференциального реле тока, отключить короткозамыкатель, рассчитать ток срабатывания 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-



сах управления электростанциями, программ-
о том, что один из клиентов информационной

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. Классификация информационных сигналов.
2. Признаки деления информационных сигналов.
3. Определение количества передаваемой информации
4. Импульсные признаки сигналов.
5. Квантование по амплитуде.
6. Квантование по времени.
7. Квантование по уровню и времени.
8. Модуляция и демодуляция.
9. Виды модуляции сигналов.
10. Частотный детектор.
11. Работа ограничителя максимальных амплитуд.
12. Кодирование информации.

Лабораторная работа №7. Централизованные комплексы релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем

Цель работы: 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.

Основы теории:

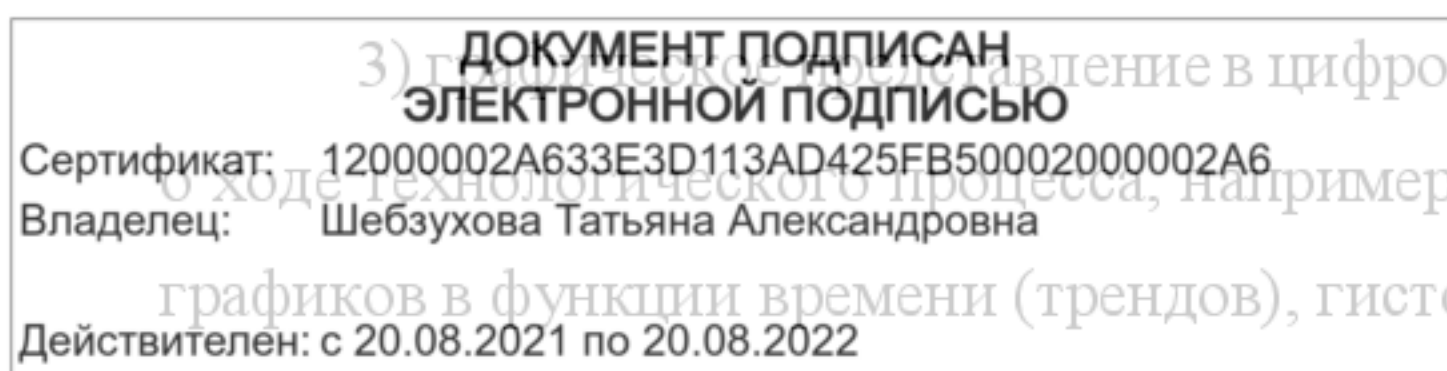
Современные системы управления характеризуются территориальной и функциональной распределенностью устройств сбора данных и управления. Контроль хода технологического процесса и управление низовой автоматикой осуществляется оператором с автоматизированного рабочего места оператора (АРМ) или операторской 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

потребителю. 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

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.

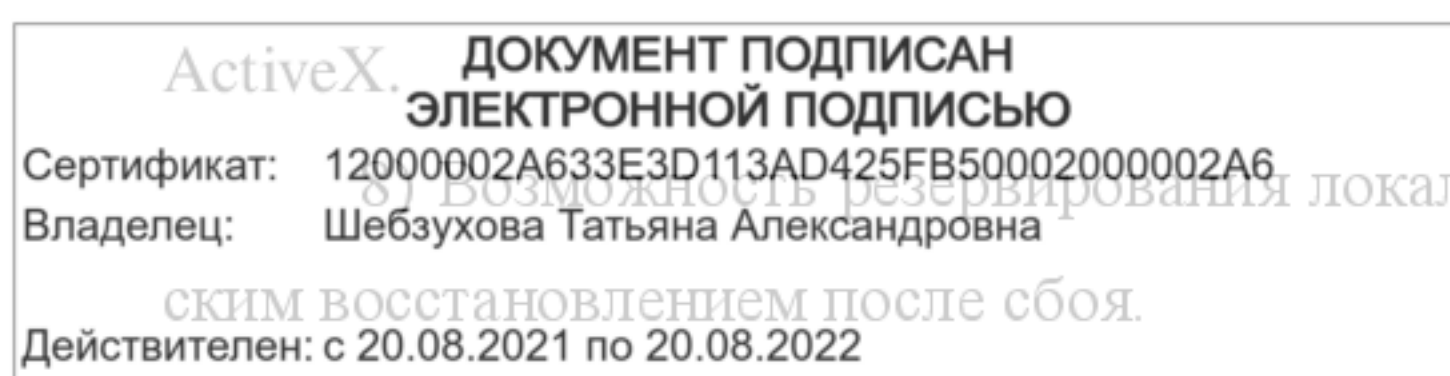
SCADA-система Trace Mode ("AdAstra Research Group", Россия)

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.

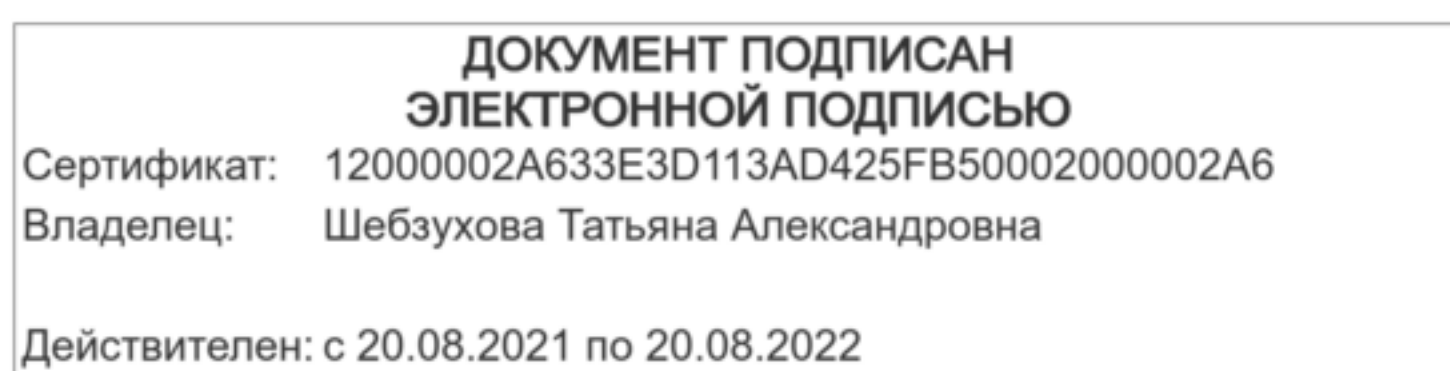
Разработка графического интерфейса осуществляется с помощью Редактора представления данных (аналогичного Редактору базы каналов), который позволяет создавать мнемосхемы технологических объектов и динамические объекты (гистограммы, тренды, бегущие дорожки и пр.). Библиотека объектов включает емкости, 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)

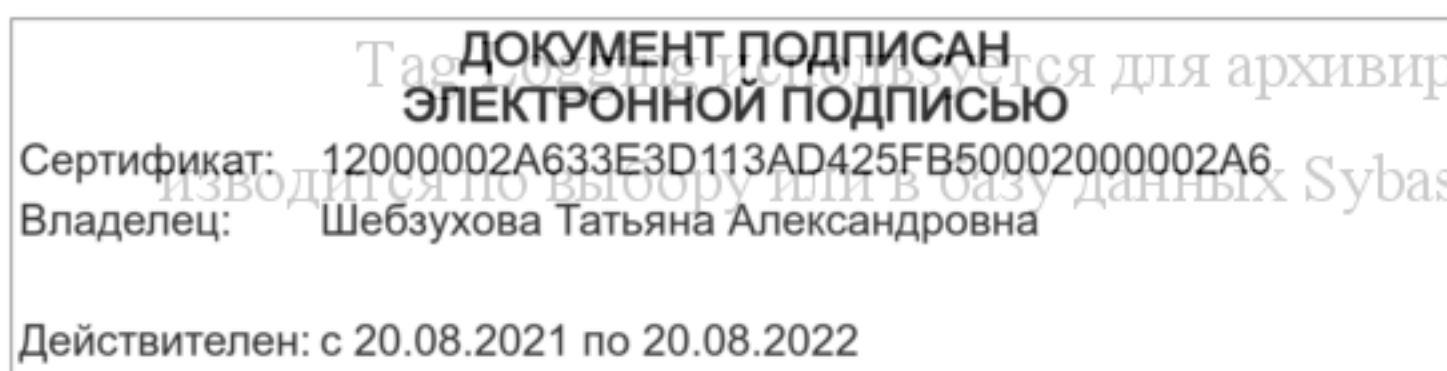
Основу WinCC составляет базовая система, поддерживающая основные интерфейсы SCADA-систем, - OPC, ActiveX, ODBC, SQL и др.

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.



Таблицы данных могут быть экспортированы 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-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).

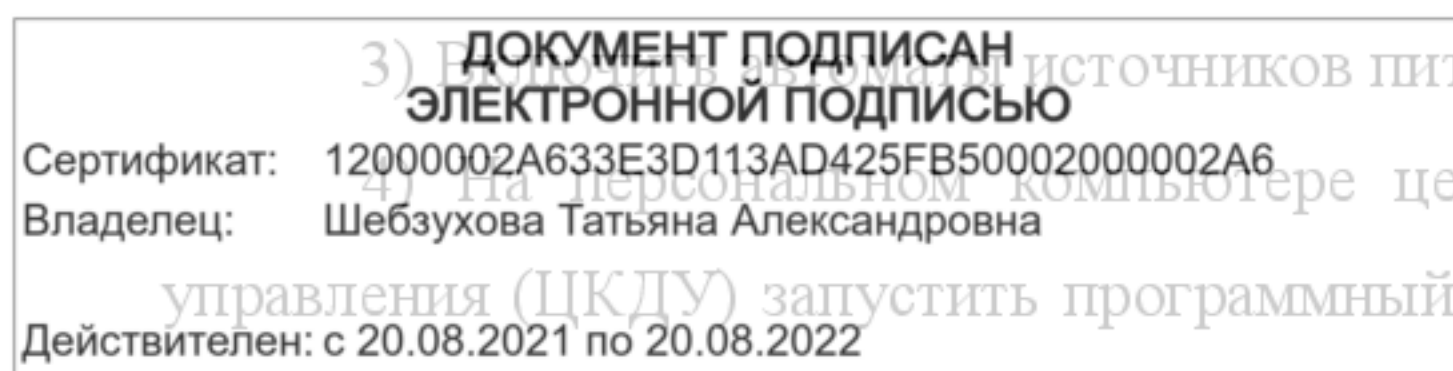
Указание по технике безопасности:

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 №4.

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 «Авт». Подключить модуль короткозамыкателя для создания трехфазного короткого замыкания на линии электропередачи W1.



Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Комплекс ДУ – Централизованный комплекс РЗА». 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 – Централизованный комплекс РЗА». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

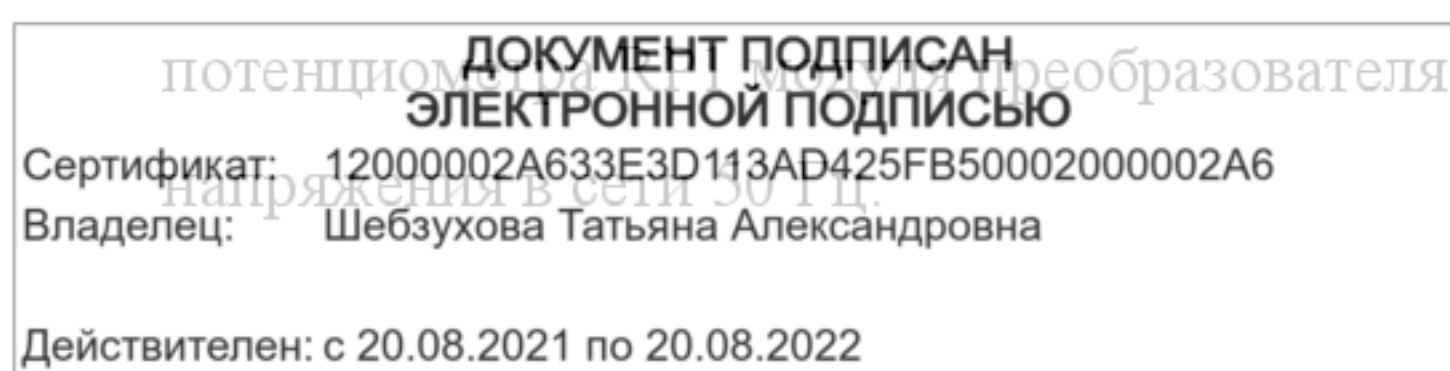
6) На персональном компьютере модели электростанции №2 запустить программный комплекс «DeltaProfi» (Пуск – Программы – Лабораторный комплекс – DeltaProfi). Загрузить необходимую конфигурацию программы командой «Работы – ИЭС – Электростанция №2 – Централизованный комплекс РЗА». Запустить программу в работу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

7) Дистанционно включить выключатели Q4 и Q6 электростанции №1 (щелчком левой кнопки мыши по изображению выключателя на мнемосхеме локального комплекса управления электростанции). Аналогичным образом включить выключатели Q4 и Q6 на электростанции №2.

8) Включить переключатель «Сеть» модуля возбуждения синхронного генератора.

9) На электростанции №2 открыть диалоговое окно настройки параметров централизованного комплекса релейной защиты и автоматики командой «Сеть — Защита — Централизованный комплекс управления и защиты электростанции». Включить централизованный комплекс релейной защиты и автоматики электростанции одноименным переключателем в окне параметров. Включить приводной двигатель энергоблока кнопкой «Включение турбины». Изменяя значение сигнала задания «Управление мощностью турбины» установить номинальную частоту вращения 1500 об/мин, соответствующую уставке по частоте 50Гц на модуле частотного преобразователя. Подать ток возбуждения синхронного генератора кнопкой «Включение возбуждения». Изменяя значение сигнала задания «Управление системой возбуждения» установить номинальный ток возбуждения 0,8А (следить по показаниям амперметра на модуле возбуждения). Нажать кнопки «Запомнить текущее» для фиксации сигналов управления мощностью турбины и током возбуждения в режиме холостого хода. Подать команду на включение выключателя Q3. Изменяя положение

частоты, восстановить номинальную частоту



10) По показаниям на мнемосхеме электростанции №2, определить величину тока нагрузки линии электропередачи W1. Рассчитать уставки срабатывания защит ЛЭП, задать полученные значения в диалоговом окне настройки параметров централизованного комплекса релейной защиты и автоматики.

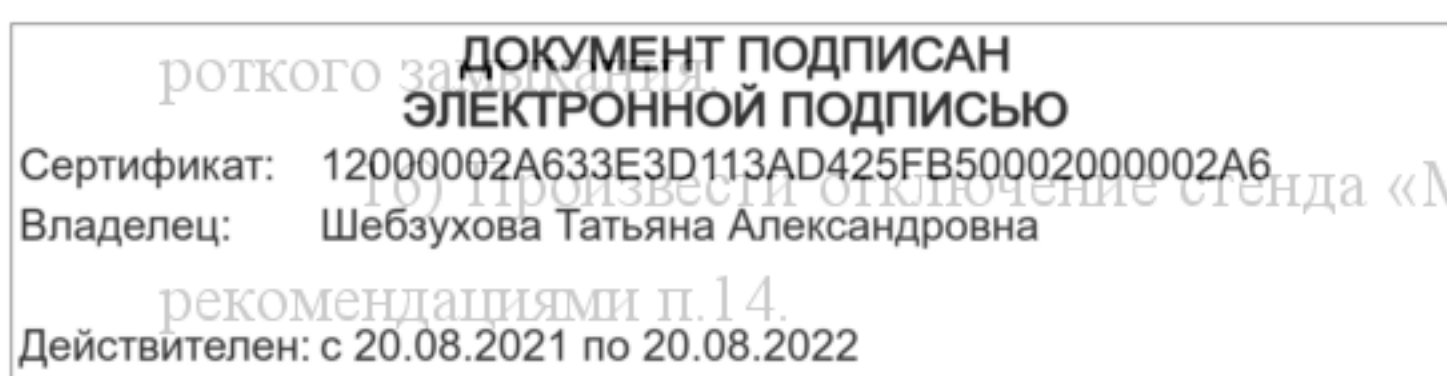
11) Определить уставки срабатывания дифференциальной защиты сборных шин. Для этого, включить короткозамыкатель переключателем SA1, зафиксировать величину дифференциального тока в окне «Централизованный комплекс управления и защиты электростанции», отключить короткозамыкатель, рассчитать ток срабатывания защиты, задать полученное значение в диалоговом окне настройки параметров централизованного комплекса релейной защиты и автоматики.

12) Перевести все защиты в работу включением программных переключателей «В работе» в диалоговом окне настройки параметров централизованного комплекса релейной защиты и автоматики.

13) На электростанции №2 переключатель SA1 модуля короткозамыкателя перевести в положение «Вкл» для создания режима короткого замыкания. При правильно выбранных уставках, должно произойти селективное отключение линии электропередачи W1. Переключатель SA1 модуля короткозамыкателя перевести в положение «Откл».

14) Произвести отключение стенда «Модель электростанции №2». Для этого, отключить генератор от сети, разгрузить синхронный генератор по активной мощности регулятором «Управление мощностью турбины» (установить в крайнее левое положение), разгрузить синхронный генератор по реактивной мощности регулятором «Управление системой возбуждения» (установить в крайнее левое положение), нажать кнопку «Отключение возбуждения», нажать кнопку «Отключение турбины», отключить все выключатели, отключить питание стенда. На лабораторной стойке «Модель электростанции №2» подключить модуль короткозамыкателя для создания трехфазного короткого замыкания на сборных шинах. Подать питание на модель электростанции №2, восстановить исходный режим работы электростанции (в соответствии с п.7-9).

15) На электростанции №2 переключатель SA1 модуля короткозамыкателя перевести в положение «Вкл» для создания режима короткого замыкания. При правильно выбранных уставках, должно произойти селективное отключение всех выключателей сборных шин электростанции №2. Сразу же после срабатывания защиты, переключатель SA1 модуля короткозамыкателя перевести в положение «Откл» для имитации само устраняющегося ко-



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

18) 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.

19) 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. Помехи и помехоустойчивость. Общие понятия.
2. Характер аддитивных помех.
3. Классификация аддитивных помех
4. Меры по повышению помехоустойчивости передаваемой информации.
5. Корректирующие и помехозащитные коды. Общие сведения.
6. Разделимые блочные коды. Код с четным количеством единиц.
7. Код с проверкой на четность. Код с постоянным весом.
8. Коды Хемминга. Код с кодовым расстоянием равным трем.
9. Системы с повторением передачи информации.
10. Системы ДУ и ТУ с обратной связью.

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

Лабораторная работа №8. Централизованная интеллектуальная защита распределительной сети

Цель работы: 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.

Основы теории:

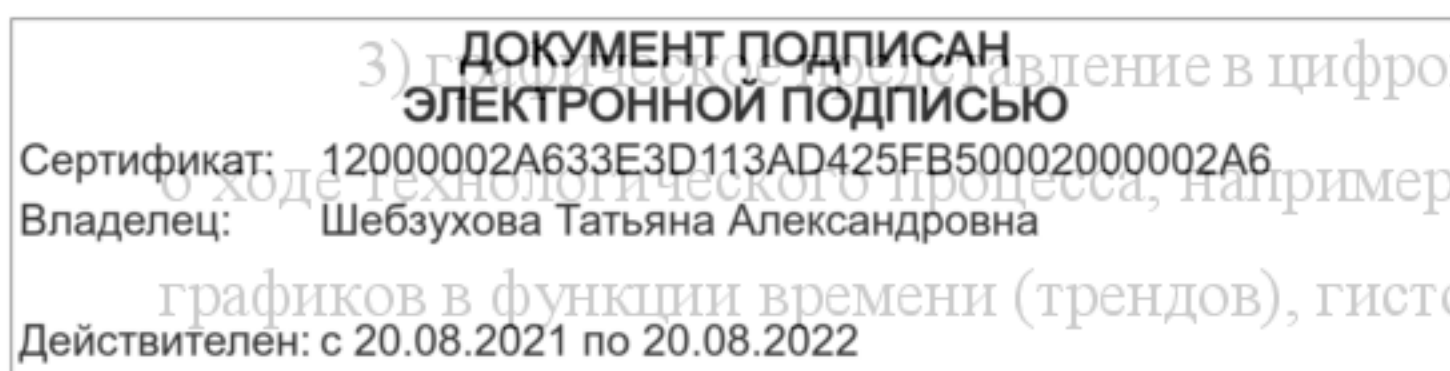
Современные системы управления характеризуются территориальной и функциональной распределенностью устройств сбора данных и управления. Контроль хода технологического процесса и управление низовой автоматикой осуществляется оператором с автоматизированного рабочего места оператора (АРМ) или операторской 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;

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.

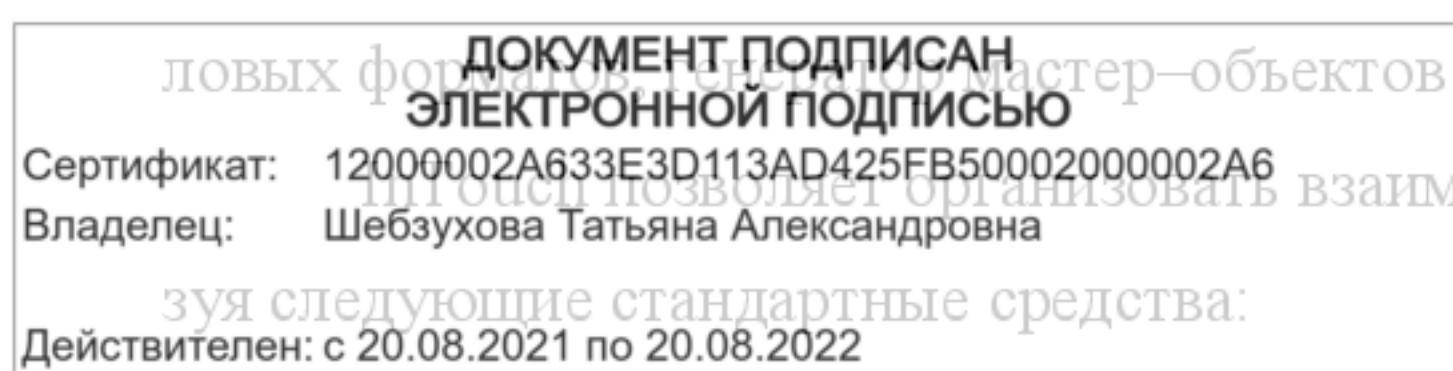
Таким образом, SCADA-системы являются мощным инструментом для разработки ПО верхнего уровня АСУ ТП. При этом от разработчика не требуется больших знаний в области программирования на языках высокого уровня.

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-



взаимодействие 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:

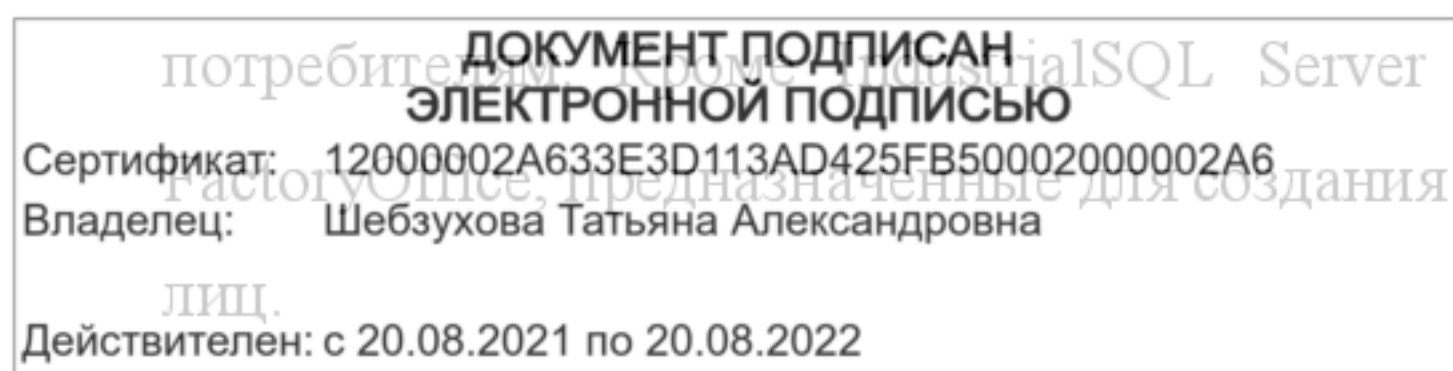
- на контроллерном уровне (управление процессом с помощью ПЛК, УСО, рабочих станций);

- 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

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

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.

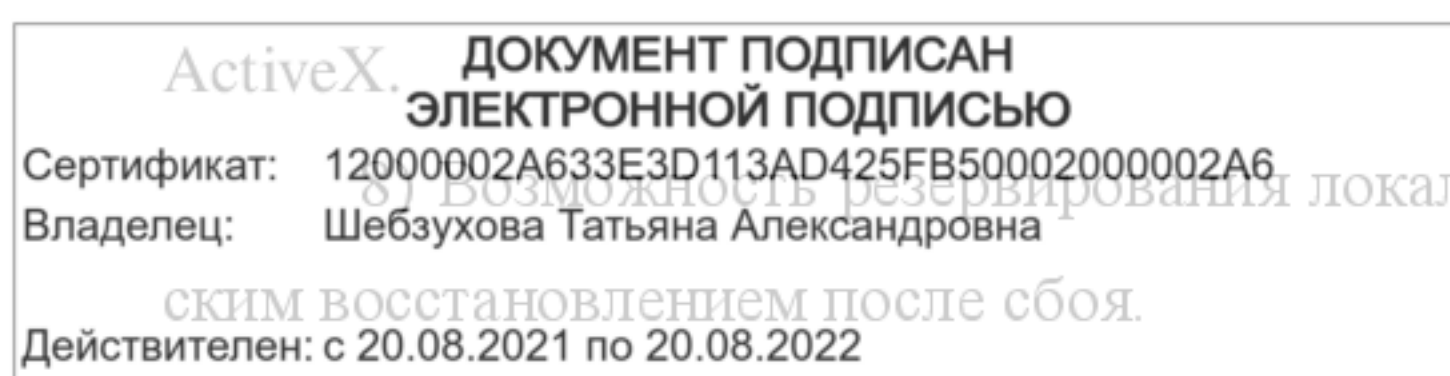
SCADA-система Trace Mode ("AdAstra Research Group", Россия)

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.

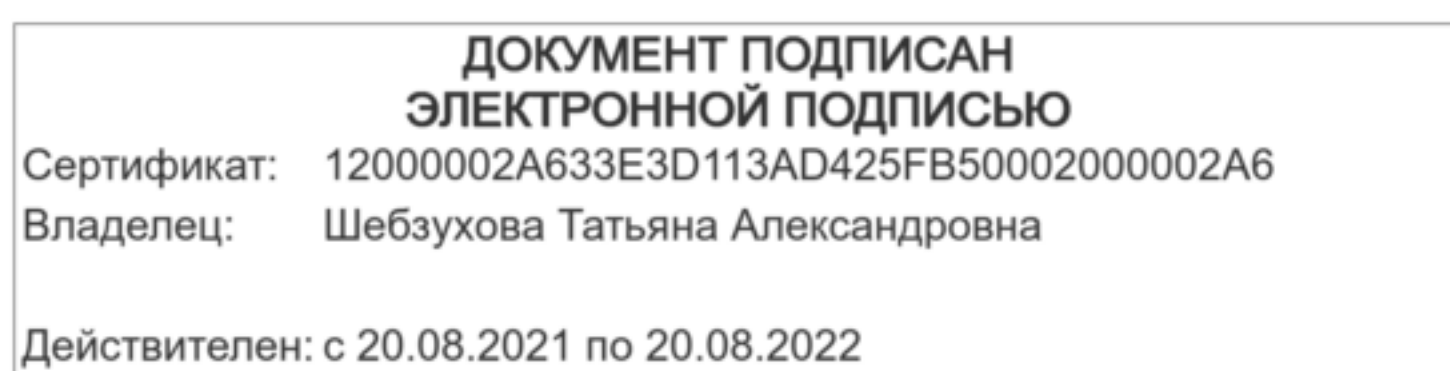
Разработка графического интерфейса осуществляется с помощью Редактора представления данных (аналогичного Редактору базы каналов), который позволяет создавать мнемосхемы технологических объектов и динамические объекты (гистограммы, тренды, бегущие дорожки и пр.). Библиотека объектов включает емкости, 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.

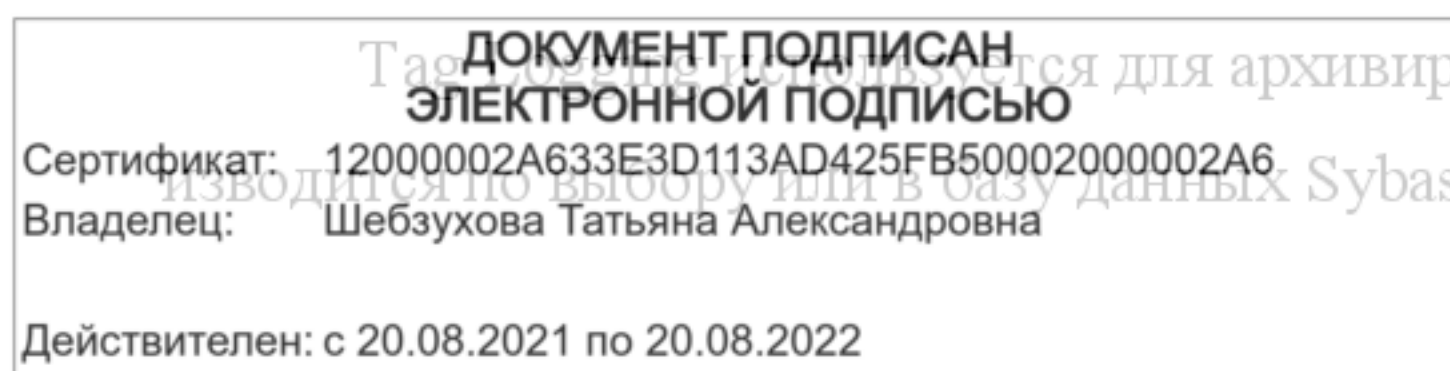
В состав базовой системы входят следующие компоненты: Control Center, Graphics Designer, Alarm Logging, Tag Logging, User Archiv, Report Designer, Global Scripts, User Administration.

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.

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.

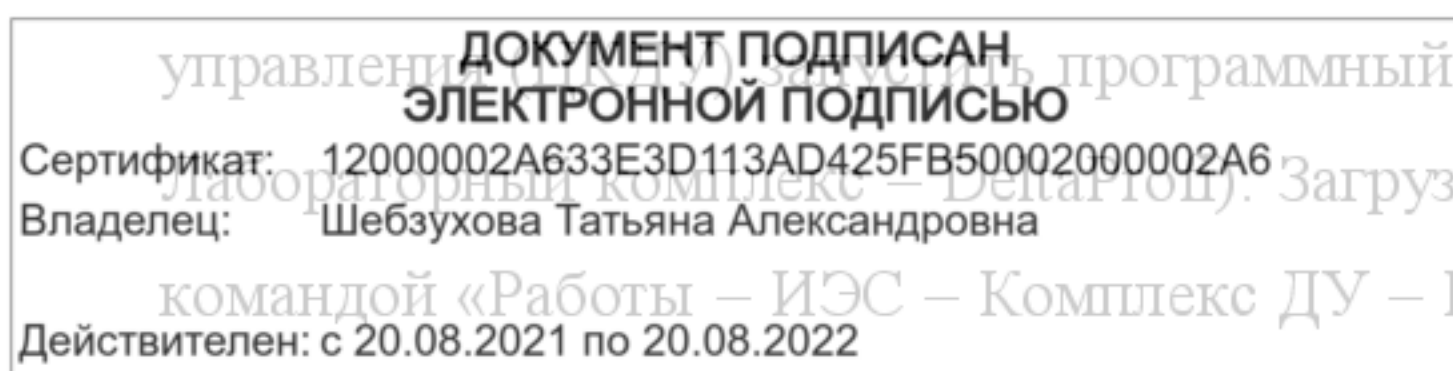
Указания по выполнению лабораторной работы:

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

2) На лабораторной стойке «Модель электростанции №2» собрать схему лабораторных испытаний, соответствующую режиму №2. Подключить модуль короткозамыкателя для создания трехфазного короткого замыкания на линии электропередачи W1.

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 – Централизованная защита распределительной

сети». 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 – Централизованная защита распределительной сети». 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 – Централизованная защита распределительной сети». Запустить программу в работу кнопкой «Пуск» или командой главного меню «Управление – Пуск» или горячей клавишей F5.

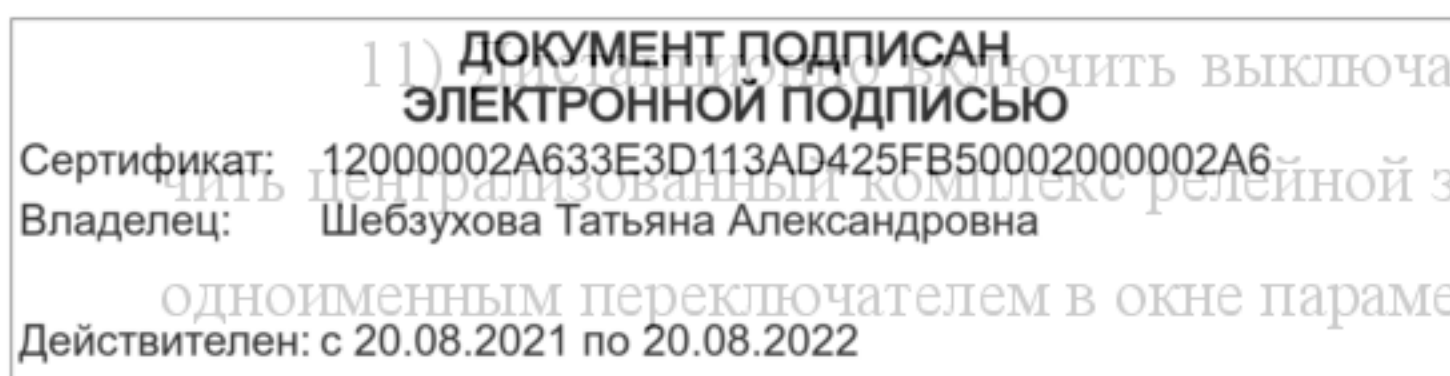
7) Дистанционно включить выключатели Q4 и Q6 электростанции №1 (щелчком левой кнопки мыши по изображению выключателя на мнемосхеме локального комплекса управления электростанции). Аналогичным образом включить выключатели Q4 и Q6 на электростанции №2.

8) На электростанции №1 перевести тумблер SA1 разрешения работы модуля преобразователя частоты 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) Аналогичным образом, ввести в работу энергоблок на электростанции №2.

10) По показаниям на мнемосхеме ЦКДУ определить величину тока в линии электропередачи W1. Рассчитать ток срабатывания защиты. Открыть диалоговое окно настройки параметров централизованного комплекса релейной защиты и автоматики командой «Сеть — Защита — Централизованный комплекс РЗА распределительной сети». Ввести рассчитанные уставки срабатывания защит для линий электропередач W1 и W2.

11) На электростанции №1 включить выключатель Q5 на электростанции №1 и №2. Включить централизованный комплекс релейной защиты и автоматики распределительной сети одноименным переключателем в окне параметров РЗА.



12) На электростанции №2 переключатель SA1 модуля короткозамыкателя перевести в положение «Вкл» для создания режима короткого замыкания. При правильно выбранных уставках, должно произойти селективное отключение линии электропередачи W1. Переключатель SA1 модуля короткозамыкателя перевести в положение «Откл».

12) Отключить выключатель Q3 на электростанции №1. Снять ток возбуждения синхронного генератора, переводом потенциометра RP1 модуля возбуждения в крайнее левое положение. Остановить приводной двигатель переводом потенциометра RP1 модуля преобразователя частоты в крайнее левое положение. Отключить переключатель «Сеть» модуля возбуждения. Переключатель SA1 разрешения работы модуля преобразователя частоты перевести в среднее положение.

13) Аналогичным образом отключить энергоблок на электростанции №2.

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

15) 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.

16) 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.

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

1. Оценки качества передачи информации, системы телемеханики.
2. Микропроцессорные телекомплексы, системы телеобработки данных.

3. Автоматизированные системы управления в электроэнергетике, функции и принципы построения АСУ энергетических объектов
4. Задачи и структура оперативно-диспетчерского управления электроэнергетическими системами
5. Информационные основы управления (сообщение, информация, сигнал, помехи, кодирование)
6. Виды и количественные характеристики оперативно-диспетчерской информации
7. Преобразование информации, переносчики информации.
8. Сигналы как материальные носители информации, достоверность передачи оперативно-диспетчерской информации.
9. Технические средства сбора, передачи и отображения оперативно-диспетчерской информации.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1.2 Перечень основной литературы:

1. Дадонов, Д. Н. Организация противоаварийного управления в энергосистемах : учебное пособие / Д. Н. Дадонов, Е. А. Кротков. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 74 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105040.html>

5.1.3 Перечень дополнительной литературы:

1. Калентионик, Е. В. Оперативное управление в энергосистемах : учебное пособие / Е. В. Калентионик, В. Г. Прокопенко, В. Т. Федин ; под редакцией В. Т. Федина. — Минск : Вышэйшая школа, 2007. — 351 с. — ISBN 978-985-06-1260-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20103.html>

5.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические рекомендации для подготовки к лабораторным занятиям по дисциплине «Сетевые технологии в электроэнергетике».
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Сетевые технологии в электроэнергетике».

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

1. <http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks

Указание по технике безопасности

До начала работы студенты обязаны изучить правила техники безопасности при работе с электроустановками. Об изучении правил техники безопасности и получении инструктажа студенты расписываются в специальном журнале. Студенты, не изучившие правила техники безопасности и не прошедшие инструктаж, к выполнению лабораторных работ не допускаются.

Учебная группа (или подгруппа) разбивается на бригады, число которых указывается преподавателем, а состав бригад комплектуется студентами на добровольных началах. Список группы (подгруппы), разбитой на бригады, староста предоставляет преподавателю, ведущему лабораторные занятия.

Каждая из бригад выполняет лабораторную работу в соответствии с графиком, находящемся в лаборатории.

Перед каждым занятием студент обязан подготовиться к выполнению лабораторной работы по данному методическому пособию и рекомендуемой литературе. Перед началом работы преподаватель проверяет знания студентов по содержанию выполняемой работы. Плохо подготовленные студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются.

Работая в лаборатории, необходимо соблюдать следующие правила:

К выполнению лабораторной работы следует приступать только после полного уяснения ее содержания и получения допуска к ней.

2. Начинать работу следует с ознакомления с приборами и оборудованием, применяемыми в данной работе.

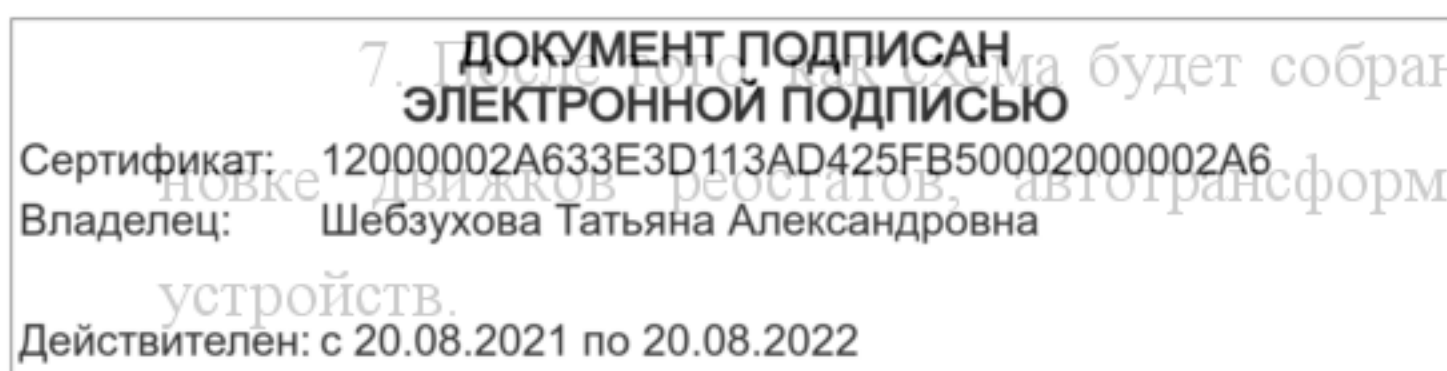
3. На лабораторном столе должны находиться только предметы, необходимые для выполнения данной работы.

4. Расположение аппаратуры на рабочем столе должно быть таким, чтобы схема соединений получилась наиболее простой, наглядной и работа с аппаратурой была удобной.

5. Желательно, чтобы схему собирал один из членов бригады, а другие контролировали.

6. При сборке сложных схем следует вначале соединить главную, последовательную цепь, начиная сборку от одного зажима источника тока и заканчивая на другом, а затем уже подключить параллельные цепи.

7. После того как схема будет собрана, необходимо убедиться в правильной установке движков реостатов, автотрансформаторов и рукояток других регулирующих устройств.



8. Собранная схема обязательно должна быть проверена преподавателем или старшим лаборантом и только с их разрешения может быть включена под напряжение.

9. При включении схемы особое внимание следует обратить на показания амперметров и других измерительных приборов. В случае резкого движения стрелки амперметра к концу шкалы схему необходимо немедленно отключить от источника напряжения.

10. Необходимо бережно относиться к аппаратуре, используемой в работе. Обо всех замеченных неисправностях или повреждениях студент должен немедленно сообщить преподавателю или лаборанту.

11. После выполнения работы студент обязан, не разбирая схемы показать полученные данные преподавателю. Если результаты измерений верны, то преподаватель их подписывает. Эксперимент с неправильными результатами следует повторить.

12. Схему следует разбирать только после ее отключения от сети.

13. Категорически запрещается:

- трогать руками оголенные провода и части приборов, находящиеся под напряжением, даже если оно невелико;
- производить изменения в схеме при подключенном источнике питания;
- заменять или брать оборудование, или приборы с других рабочих мест
- без разрешения преподавателя или лаборанта;
- отходить от приборов и машин, находящихся под напряжением или оставлять схему под напряжением при обработке результатов измерений;
- перегружать приборы током или напряжением, превышающим номинальное значение.

Проверку наличия, подаваемого к схеме или элементам схемы напряжения необходимо производить только контрольной лампочкой или вольтметром, соблюдая правила техники безопасности.

При работе в лаборатории следует строго соблюдать меры предосторожности, так как электрический ток, проходящий через тело человека, величиной в 0,025 А уже является опасным для жизни.

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

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине «СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Содержание

- Введение
- 1 Общая характеристика самостоятельной работы обучающегося при изучении дисциплины «Сетевые технологии в электроэнергетике»
- 2 План-график выполнения самостоятельной работы
- 3 Контрольные точки и виды отчетности по ним
- 4 Методические рекомендации по изучению теоретического материала
- 5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

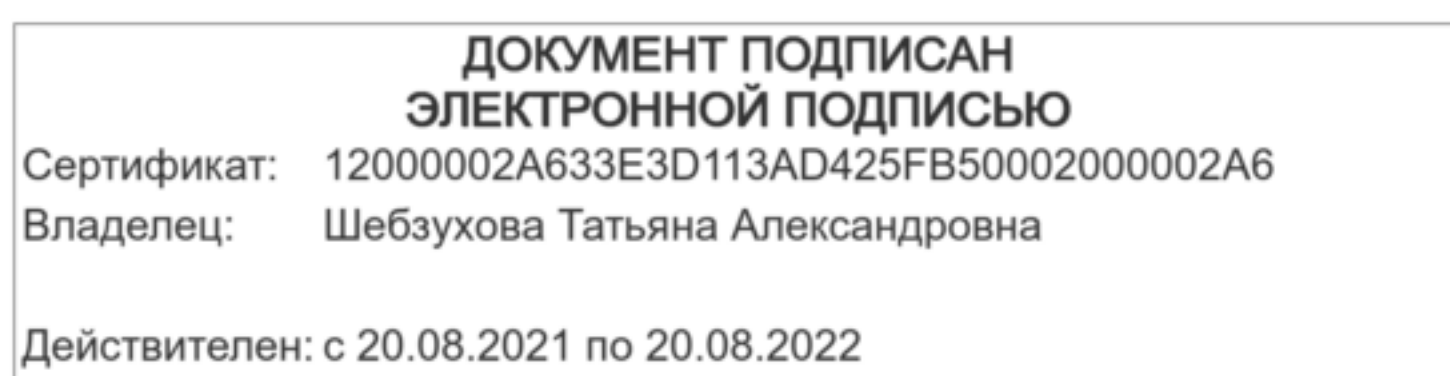
Введение

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента.

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.



Общая характеристика самостоятельной работы обучающегося при изучении дисциплины «Сетевые технологии в электроэнергетике»

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

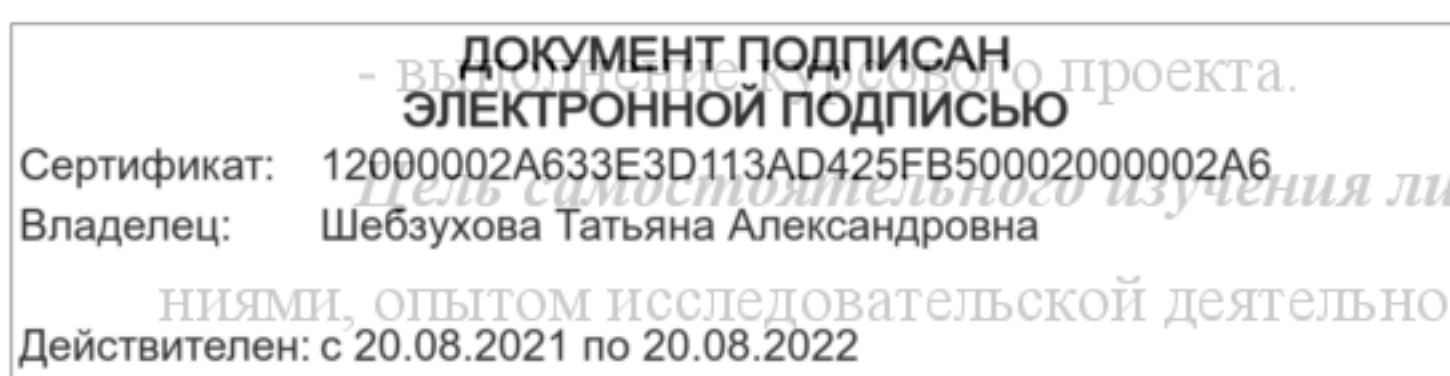
Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой специалиста и бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. В соответствии с рабочей программой дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студента:

- самостоятельное изучение литературы;
- самостоятельное решение задач;



литературы – самостоятельное овладение зна-

Задачами самостоятельного изучения литературы являются:

- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов.

Цель самостоятельного решения задач - овладение профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю будущей деятельности.

Задачами самостоятельного решения задач являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Целью самостоятельного выполнения расчетно-графической работы по дисциплине является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности.

Задачами данного вида самостоятельной работы студента являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовой работы.

В результате освоения дисциплины формируются следующий перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-3 Способен адаптировать и модифицировать специализированное программное обеспечение, методы и алгоритмы систем искусственного интеллекта и машинного обучения в профессиональной деятельности.	ИД-1 _{ПК-3} Ориентируется в современных тенденциях развития цифровых технологий, выбирает технологии или программные средства для решения поставленных задач.	Знает каналы связи, технические средства сбора, передачи и отображения оперативно-диспетчерской информации. Умеет оценивать эффективность применения альтернативных принципов передачи телемеханической информации. Владеет навыками управления систем сбора, передачи и отображения оперативно-диспетчерской информации с использованием современных и перспективных технических средств

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

План-график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
3 семестр					
ПК-3 ИД-1 _{ПК-3}	Самостоятельное изучение литературы по темам №1-9	Собеседование	90,99	10,11	101,1
	Подготовка к лекциям	Собеседование	0,27	0,03	0,3
	Подготовка к практическим занятиям	Письменный отчет о решении типовых, разноуровневых задач	0,54	0,06	0,6
Итого за 3 семестр:			91,8	10,2	102
Итого:			91,8	10,2	102

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Контрольные точки и виды отчетности по ним

Рейтинговая система успеваемости студентов не предусмотрена для заочной формы обучения.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Самостоятельная работа студента начинается с внимательного ознакомления с содержанием учебного курса.

Изучение каждой темы следует начинать с внимательного ознакомления с набором вопросов. Они ориентируют студента, показывают, что он должен знать по данной теме. Вопросы темы как бы накладываются на соответствующую главу избранного учебника или учебного пособия. В итоге должно быть ясным, какие вопросы темы учебного курса и с какой глубиной раскрыты в конкретном учебном материале, а какие вообще опущены. Требуется творческое отношение и к самому содержанию дисциплины.

Вопросы, составляющие ее содержание, обладают разной степенью важности. Есть вопросы, выполняющие функцию логической связки содержания темы и всего курса, имеются вопросы описательного или разъяснительного характера, а также исторического экскурса в область изучаемой дисциплины. Все эти вопросы не составляют сути понятийного, концептуального содержания темы, но необходимы для целостного восприятия изучаемых проблем.

Изучаемая дисциплина имеет свой категориально-понятийный аппарат. Научные понятия — это та база, на которой строится каждая наука. Понятия — узловые, опорные пункты как научного, так и учебного познания, логические ступени движения в учебе от простого к сложному, от явления к сущности. Без ясного понимания понятий учеба крайне затрудняется, а содержание приобретенных знаний становится тусклым, расплывчатым.

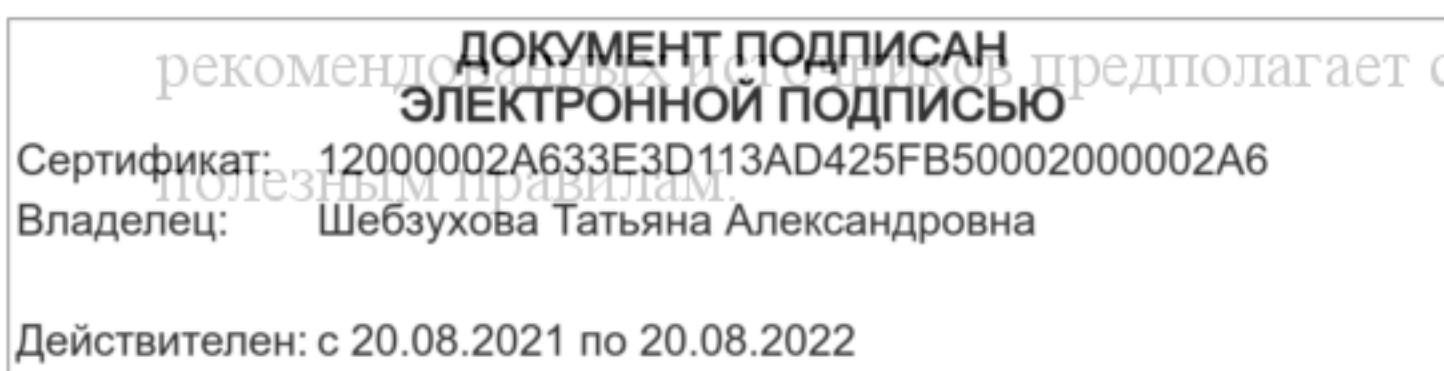
Студент должен понимать, что самостоятельное овладение знаниями является главным, определяющим. Высшая школа создает для этого необходимые условия, помогает будущему высококвалифицированному специалисту овладеть технологией самостоятельного производства знаний.

В самостоятельной работе студентам приходится использовать литературу различных видов: первоисточники, монографии, научные сборники, хрестоматии, учебники, учебные пособия, журналы и др. Изучение курса предполагает знакомство студентов с большим объемом научной и учебной литературы, что, в свою очередь, порождает необходимость выработки у них рационально-критического подхода к изучаемым источникам.

Чтобы не «утонуть» в огромном объеме рекомендованных ему для изучения источников, студент, прежде всего, должен научиться правильно их читать. Правильное чтение

рекомендованной литературы предполагает следование нескольким несложным, но весьма

полезным правилам.



Предварительный просмотр книги включает ознакомление с титульным листом книги, аннотацией, предисловием, оглавлением. При ознакомлении с оглавлением необходимо выделить разделы, главы, параграфы, представляющие для вас интерес, бегло их просмотреть, найти места, относящиеся к теме (абзацы, страницы, параграфы), и познакомиться с ними в общих чертах.

Научные издания сопровождаются различными вспомогательными материалами — научным аппаратом, поэтому важно знать, из каких основных элементов он состоит, каковы его функции.

Знакомство с книгой лучше всего начинать с изучения аннотации — краткой характеристики книги, раскрывающей ее содержание, идейную, тематическую и жанровую направленность, сведения об авторе, назначение и другие особенности. Аннотация помогает составить предварительное мнение о книге.

Глубже понять содержание книги позволяют вступительная статья, в которой дается оценка содержания книги, затрагиваемой в ней проблематики, содержится информация о жизненной и творческой биографии автора, высказываются полемические замечания, разъясняются отдельные положения книги, даются комментарии и т.д. Вот почему знакомство с вступительной статьей представляется очень важным: оно помогает студенту сориентироваться в тексте работы, обратить внимание на ее наиболее ценные и важные разделы.

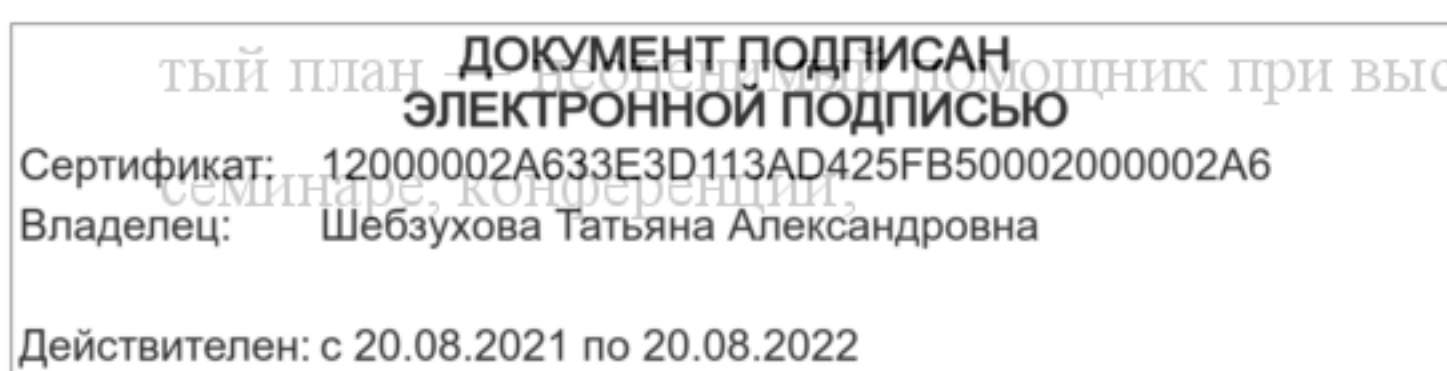
Той же цели содействует знакомство с оглавлением, предисловием, послесловием. Весьма полезными элементами научного аппарата являются сноски, комментарии, таблицы, графики, списки литературы. Они не только иллюстрируют отдельные положения книги или статьи, но и сами по себе являются дополнительным источником информации для читателя.

Если читателя заинтересовала какая-то высказанная автором мысль, не нашедшая подробного освещения в данном источнике, он может обратиться к тексту источника, упоминаемого в сноске, либо к источнику, который он может найти в списке литературы, рекомендованной автором для самостоятельного изучения.

Существует несколько форм ведения записей:

— план (простой и развернутый) — наиболее краткая форма записи прочитанного, представляющая собой перечень вопросов, рассматриваемых в книге или статье. Развернутый план представляет собой более подробную запись прочитанного, с детализацией отдельных положений и выводов, с выпиской цитат, статистических данных и т.д. Разверну-

тый план — это документ, который используется при выступлении с докладом на конкретную тему на семинаре, конференции.



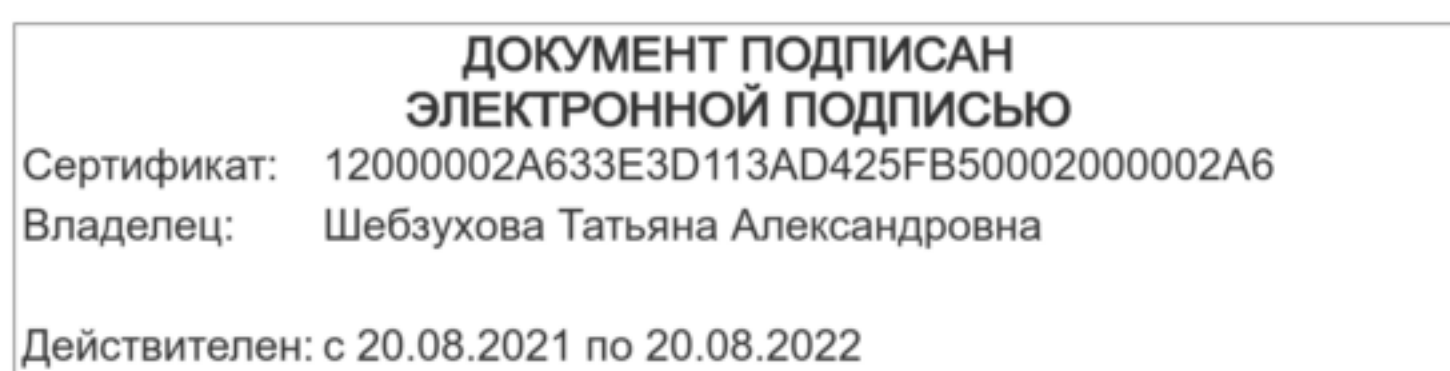
— тезисы — кратко сформулированные положения, основные положения книги, статьи. Как правило, тезисы составляются после предварительного знакомства с текстом источника, при его повторном прочтении. Они помогают запомнить и систематизировать информацию.

Составление конспектов

Большую роль в усвоении и повторении пройденного материала играет хороший конспект, содержащий основные идеи прочитанного в учебнике и услышанного в лекции. Конспект — это, по существу, набросок, развернутый план связного рассказа по основным вопросам темы.

В какой-то мере конспект рассчитан (в зависимости от индивидуальных особенностей студента) не только на интеллектуальную и эмоциональную, но и на зрительную память, причем текст конспекта нередко ассоциируется еще и с текстом учебника или записью лекции. Поэтому легче запоминается содержание конспектов, написанных разборчиво, с подчеркиванием или выделением разрядкой ключевых слов и фраз.

Самостоятельно изученные темы предоставляются преподавателю в форме конспекта, по которому происходит собеседование. Теоретические темы курса (отдельные вопросы), выносимые на самостоятельное изучение, представлены ниже.



Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Перечень основной литературы:

1. Дадонов, Д. Н. Организация противоаварийного управления в энергосистемах : учебное пособие / Д. Н. Дадонов, Е. А. Кротков. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 74 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105040.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. Калентионук, Е. В. Оперативное управление в энергосистемах : учебное пособие / Е. В. Калентионук, В. Г. Прокопенко, В. Т. Федин ; под редакцией В. Т. Федина. — Минск : Вышэйшая школа, 2007. — 351 с. — ISBN 978-985-06-1260-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20103.html>

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические рекомендации для подготовки к лабораторным занятиям по дисциплине «Сетевые технологии в электроэнергетике».
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Сетевые технологии в электроэнергетике».

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

1. <http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks