

СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЗАОЧНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

# СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

К ЮБИЛЕЮ КАФЕДРЫ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ И  
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Санкт-Петербург

2010



Утвержден редакционно-издательским советом университета

УДК 004(07)

Сборник научных статей к юбилею кафедры процессов управления и информационных систем - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2010. - 167 с.

В сборник вошли статьи, отражающие результаты научно-практических исследований, выполненных преподавателями и аспирантами кафедры процессов управления и информационных систем. Сборник подготовлен к 50-летию юбилею кафедры.

Редакторы сборника:

О.И.Золотов, канд. техн. наук, проф., заведующий кафедрой ПУ и ИС;

Ф.В.Филиппов, канд. техн. наук, доц. кафедры ПУ и ИС.

Рецензент: Д.А.Первухин, д-р техн. наук, профессор ОАО «Концерн НПО «Аврора»»

© Северо-Западный государственный заочный технический университет, 2010

© Авторы статей, 2010



4. Шадрин, А.Б. Информационные сети и телекоммуникации: учеб.-метод. комплекс (технические и программные средства обеспечения дисциплины, методические указания к выполнению лабораторных работ, задание на контрольную работу и методические указания к ее выполнению, блок контроля освоения дисциплины) / сост. А. Б. Шадрин - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009. - 170 с.

5. Шадрин, А.Б. Открываем сетевые ресурсы матроники транспорта/А.Б. Шадрин, С.А. Ромашова, И. Кастильо=Чагин - Транспорт Российской Федерации.-2009. N 3-4. С.26-29.

Шадрин А.Б.

## ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В СФЕРЕ ПЕТЛИ КАЧЕСТВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Основное внимание уделено внедрению элементов интеллектуальных проблемно-ориентированных комплексов в сферу интерсервисов на всех стадиях петли качества в энергомашиностроении в условиях развития процессов интеграции: науки-образования-производства [1,2].

Концепция - Computer Integrated Manufacturing (CIM) требует наличия планирования и управления производством (PPS) и управления и контроля производства (CAM). Все процессы предприятия вертикально пересекаются структурой контроля качества (CAQ). Computer-Aided-Design (CAD) - разработка с помощью компьютера деталей.

European Computer Manufacturer Association (ECMA) участвует в продвижении технологий звездообразных и кольцевых структур оптических сетей (LWL) через соединения end-to-end с „электрическим обновлением сигнала“. В LWL поступающие сигналы преобразуются в электрический ток, усиливаются и подаются в следующий сегмент кабеля. Активные отводы относительно сложны. Поэтому световоды в LWL не подходят для сетей с шинной или древовидной структурой. В CIM используются диапазоны:



baseband - основной, carrierband - несущий, broadband - широкополосный. Broadband на основе Cable Television (CATV) - переносит одновременно несколько программ через ряд частотных диапазонов (видео, язык, данные) или ряд шинных систем в одном канале. Широкополосная техника использует однонаправленные каналы с частотным диапазоном от 5 до 400 МГц с разделением посередине (в нижнем диапазоне - передающие, а в верхнем - приемные частоты). В General Motors (GM) такие структуры - „Backbone-Bus” - „хребет, позвоночник” с двумя возможностями: Центральное управление от шины (fixed master) и Децентрализованное управление от шины (flying master). Master-Slave (Господин - Слуга) имеют ящики: для отправления” и для получения” сообщений. Master опрашивает в определенной последовательности Slave. Master проверяет отправляемые данные от Slave на целостность и инициализирует передачу данных по шине. В Master администратор задает Расписание (Цикл обращения к шине) для всех Slave. L1 от Siemens работает по принципу Master-Slave. Если Master получил анонимный сигнал тревоги, он передает обработанный пакет данных, но покидает Расписание и начинает обрабатывать сигнал Тревоги.

В CSMA/CD каждый Узел „прослушивает”, осуществляется ли в Bus - Магистраль передача Сообщений. Если Bus свободна, Узел, намеревающийся отправить Сообщение, делает это, снабдив его Адресом Назначения и Отправителя. Из-за многих Узлов в CSMA/CD определяется Наложение минимум одного Узла и посылается Jam-Signal- сигнал Помехи. Все Узлы намеревавшиеся отправить свои Сообщения выполняют Цикл ожидания и предпринимают повторную Попытку отправить Сообщение. CSMA/CD - механизм коммуникации, который может привести к задержке Сообщения, но ни в коем случае не к полному Сбою в магистрально-модульной сети (MMN).

TELEPERM M состоит из трех видов систем: автоматизации (AS), обслуживания и контроля (OS), каналов (CS). В CS 275 выделяют шины: Близкая (внутри одного или групп шкафов из многожильного кабеля длиной



до 20м для восьми Узлов); Дальняя (коаксиальный кабель до 4км и для 32 ближних шин). Шины соединены через Индуктивные Преобразователи (UI).

Автономные Шины связываются через Шинные Соединители (BK). В TELEPERM M установлены две равные Резервные шинные системы: Активная и Пассивная шины. Функциональность Пассивной шины проверяется с интервалом до 1 сек. В случае сбоя Активной шины происходит автоматическое переключение на Пассивную шину и Персоналу выдается сигнал об Ошибке в реальном масштабе времени. В TELEPERM M с использованием Шинного Соединителя достигается длина шин до 8 км. В крупных системах для каждой части процесса реализуется Собственная Автономная Шина, соединенная с остальными Частичными Шинами через Основную шину (D). Посторонние системы могут быть включены в Коммуникацию через Специальные Подключения. Содержание сообщений разделяют по Семантике и Изображению (синтаксису) - Протоколами. Каждая Инстанция ожидает, что Нижестоящий Уровень выполняет вполне определенную Функцию, а она в свою очередь выполняет Задачу для создания условий для Вышестоящего Уровня. Для этой цели Уровни, следующие один за другим, должны понимать друг друга, т.е. должны быть четко определены Стыки - Интерфейсы. Отметим - Две Инстанции, принадлежащие одному Уровню, должны связываться по общему Протоколу. Коммуникация между двумя узлами реализуется по Протоколу - peer-to-peer - партнер с партнером, причем чаще через "цепочки" Интерфейсов между Уровнями в OSI. Физический Уровень - передача Сообщений через поток импульсов для битов по шине. Среда передачи - двухжильный проводник, коаксиальный кабель или световод считается ниже уровня 1 и не является предметом Deutsches Institut für Normung (DIN), International Organization for Standardization (ISO), International Electrotechnical Commission (IEC), Institut of Electrical and Electronic Engineers (IEEE). Мост соединяет неидентичные физически и в отношении метода доступа Сегменты сетей на уровне - logical link control (LLC). Мост решает задачу фильтрации для Пакетов сообщений -



пропускает только те пакеты, которые на основании их адресной информации предназначены для Узла, соответственно, другой сети. Межсетевой преобразователь выполняет ряд задач: конвертирование кодов, согласование скоростей, промежуточное хранение, преобразование кодов, адресные подчинения, меры по контролю за потоком пакетов и состоит из компьютера с большой емкостью памяти для промежуточного хранения потоков сообщений. Трассировщик позволяет связывать ISO/OSI сети на Сетевом уровне с использованием альтернативных Маршрутов.

В Manufacturing Automation Protocol (MAP) используется протокол - Manufacturing Message Format Standard (MMFS), реализованный на базе SIMATIC S5 150U ко второй широкополосной шине. Боинг специфицировала Протокол - Technical and Office Protocol (TOP), ориентированный на требования Офиса, Производства на основе CSMA/CD.

На уровне применения в MAP использовались протоколы для MMFS, CASE. В проекте - Communications Network for Manufacturing Applications (CNMA) решены вопросы: описания требований к промышленной коммуникации с учетом специфичных европейских интересов; разработки и опубликования инструкций по использованию оборудования; разработки и реального опробования стандартов по коммуникации; учета связей между автоматизацией и инженерными разработками; совместимости с MAP, TOP и Standard Promotion and Application Group (SPAG), а также с важнейшими европейскими стандартами; развития нейтральных центров тестирования и сертификации для корректной реализации стандартов в продукции.

Проект разделен на три Ступени, т.к. в отличие от GM на большинстве предприятий сварочные или сборочные линии установлены не полностью и не соединены в единое целое к "хребту". Чаще осуществляются инвестиции в отдельные машины или роботы („окружение Multi-Vendor" играет определенную роль на нижнем уровне в иерархии автоматизации). Поэтому на ступени 1 обеспечено взаимодействие систем управления с помощью сетей: широкополосных, несущего и базового частотных диапазонов для



учета специфики модульного производства. На ступени 2 используют Industrial Ethernet с учетом решений по коммуникациям в критических по времени условиях. Ступень 3 реализует процессы интеграции элементов автоматизации и инженерных разработок в Иерархическое Сетевое Объединение. Основной упор на 3 уровнях - доступ к банкам данных и виртуальным устройствам по сети, а также к электронной почте - Message Handling Service (MHS). Все ступени дополняются многочисленными мероприятиями по организации сетей и контролю соответствия используемых протоколов. Каждая ступень довершается Интегрированием всех процессов в Центре Интеграции и Установкой в Производстве у пользователей.

SICOMP 70 от Siemens был подключен к шине CSMA/CD, а управление SIMATIC S5-155U к шине с несущим частотным диапазоном. Разработанный протокол верхних уровней был уже составной частью проекта MMS, т.е. протоколом пользователя MAP 2.0.

PROFIBUS реализует функции уровней 1, 2 и 7 модели ISO. Интерфейс к Пользователю предоставляется за счет Пользовательских Функций MAP (MMS-Subset) - интеграция в иерархию автоматизации. Уровней 1 и 2: топология: линейная или позже также древовидная; среда передачи: скрученный двужильный провод; скорость передачи: 9,6 до 500 Кб/с; макс. длина шины: 1200м (с повторителями 4800м); количество узлов - до 32 активных, всего до 122 активных и пассивных узлов; метод доступа: Master-Slave и эстафетная передача.

Multi-Master-Slave позволяет решать задачи в самых различных сферах применения. Для сенсорной шины подходит принцип Master-Slave, и в версии с несколькими активными участниками - они делят между собой шину по эстафетному протоколу, как в MAP. Служба общего вида и, таким образом стандартизируемая, является центральной базой данных, служебным файловым процессором. Многие задачи автоматизации оптимально решаются только тогда, когда данные, возникающие в одной области, могут



запрашиваться и обрабатываться другими областями. Типовые примеры этого наблюдаются на переходе между разработками и автоматизацией, связь „технических видов деятельности“ с „техническими процессами“. Служебный файловый процессор принимает при этом функции сохранения данных и может рассматриваться как первая ступень более крупных систем хранения данных, банков данных. Таким образом, можно представить себе, что в служебный файловый процессор постоянно передается актуальная картина всех рабочих данных и там архивируется, чтобы в случаях сбоя процесса давать указания о ходе событий.

Если в сервере занесены данные о проектировании - функциональная структура системы, то можно говорить о сервере проектных данных. Сохраненные данные могут использоваться, например, при диагностировании с помощью связи сообщений об ошибке с общими оценками системы и с локализацией дефекта.

Чтобы найти дефект в системе требуются опыт и знания, которые редко собраны в одном сотруднике, так что для решения таких вопросов необходима совместная работа целого ряда специалистов. Поэтому при проектировании системы вся документация системы от перечня программ и электрических схем до данных о конструкции электрошкафов и сетевой архитектуры должна размещаться на сервере проектных данных.

Эти данные круглосуточно доступны для диагностики сбоев в работе всех элементов системы или могут быть перенесены через сервер коммуникации в центр сервиса (обслуживания), где они обрабатываются системами диагностирования, что облегчает обслуживающему персоналу задачу по быстрому нахождению дефекта.

В технологии производства используется размещенная на процессоре данных информация о планировании. Файловый процессор разгружает рабочие места, предлагает централизованное архивное хранение и упрощает защиту данных и долгосрочное хранение баз данных. Инструменты организации сети используются в стадии разработки и ввода в эксплуатацию



сети для выполнения задач планирования и проектирования, для контроля в нормальном режиме и для диагностирования при вводе в эксплуатацию и в случае неисправности.

Общим понятием "организация (менеджмент) сети" охвачены несколько функциональных частей: планирование и проектирование сетей; контроль сетей; сетевая диагностика. Эти услуги находятся в тесной связи с так называемым Каталожным сервисом, который сравним с телефонной книгой, содержащей адреса телефонной сети абонентов.

Функция менеджмента сети наблюдает за сетью, исправляет ошибки и создает периодически или по требованию сообщения о принципе работы сети. Таким образом возникающая информация по обслуживанию используется техниками для устранения дефектов и проведения предупредительных обслуживающих мероприятий. Для этого менеджменту сети требуется компьютер с эффективной системной архитектурой, перманентное сохранение данных, а также комфортабельные графические элементы управления. Данные по менеджменту сети, особенно требующие защиты, должны защищаться от несанкционированного доступа.

Незаконное изменение данных может иметь пагубные последствия. В худшем случае возможна потеря всей коммуникации. Все пункты организации сети оснащены поэтому эффективной защитой доступа.

Чем обширнее становится сеть, тем сложнее становится интегрирование новых компонентов в систему. Все уже существующие компоненты должны "узнавать" нового участника, чтобы при необходимости они могли вступать с ним в коммуникацию. Также должно быть предусмотрено то, что в случае неисправности одно устройство временно выключается и другое устройство принимает его функцию. Сегодня, а также в обозримом будущем эти задачи будут выполняться администратором, имеющим точные сведения о сети и всех возможностях управления.

Возможность недопущения нежелательных пользователей извне состоит в том, чтобы предусмотреть между локальной и общественной сетью



устройство, которое перехватывает поступающие вызовы. Это устройство проверяет пароль и по возможности дальнейшие данные вызывающего и осуществляет ответный запрос в случае если пароль верен, и создает с ним коммуникацию. Если пароль взламывается, то даже зная его, невозможно проникнуть в локальную сеть. Скорее всего произойдет оповещение зарегистрированного владельца пароля. Такая схема представляет хорошую защиту от нежелательного проникновения извне, однако естественно занимает больше времени в нормальном режиме. "Червь" является самостоятельно выполняемой программой, которая может вносить в другой компьютер свою развивающуюся версию, вирус в противоположность этому является частью программы, которая присоединяется к другой программе. Она не способна выполняться самостоятельно, а всегда требует непосредственно выполняемой основной программы, для того, чтобы быть активной. Защиту доступа, которая отклоняет также неавторизованные доступы к компонентам в пределах локальной сети, предоставляет "интеллектуальная" карта - интегральная схема на монокристалле. Она по размеру и форме похожа на известную контрольную карту, но вместо магнитной полосы имеет микросхему. Микросхема содержит алгоритм, нечитаемый извне, но может запускаться подобно программе. Там, где ранее доступ к сети был защищен только паролем, карта интегральной схемы на монокристалле будет гарантировать лучшую защиту. Пароли для удобства владельцев изменяются слишком редко и при наличии достаточного времени могут быть установлены хакерами. В некоторых системах пароли передаются по сети даже в незашифрованном тексте и могут быть легко узнаны. Если пользователь к примеру регистрируется в локальной сети через свой персональный компьютер или рабочее место CAD и вводит свою карту, компьютер генерирует случайное число. Карта интегральной схемы на монокристалле обрабатывает это случайное число с запрограммированным алгоритмом и выдает результат компьютеру. Результат должен соответствовать предусмотренному компьютером результату, чтобы быть



действительным. Для защиты от некомпетентного использования карты интегральной схемы пользователь одновременно должен ввести тайное число (персональный идентификационный числовой PIN). Коммуникация между пользователем и компьютером либо картой интегральной схемы и компьютером осуществляется чисто локально, т.е. по сети ничего не переносится и не возникает возможности прослушивания (просмотра). Более высокую степень защищенности данных можно достичь упомянутой идентификацией совместно с кодированием. Кодирование предлагает защиту от прослушивания и соответственно от манипуляции с данными. Для этого данные, которые посылаются по сети, предварительно кодируются с помощью алгоритмов кодирования. Получатель ожидает закодированные данные и определяет манипуляции, если он получает незакодированные или закодированные ошибочным кодом данные. Таким образом гарантируется целостность принятых данных.

Кодирование и дешифровка „криптографических методов защиты“ основываются на математических функциях, алгоритмах кодировки, использующихся для надежной передачи незашифрованного текста. Оба участника получают индивидуальные коды шифровки и дешифровки. Эти коды называют ключами. Можно говорить о том, что простое кодирование сохраняет остаточный риск, хотя сложное кодирование надежно, однако, ухудшает скорость передачи данных и повышает трудозатраты на управление кодами во всей системе, на организацию кодировки. Если используются одинаковые коды, то речь идет о симметричном методе. Если коды различны - это асимметричный метод. Siemens разработала эффективный „крипто-чип“, который осуществляет кодирование информации при передаче в реальном времени и по своему принципу может быть интегрирован в архитектуру протокола ISO. „Крипто-чип“ работает по асимметричному методу с „общественным ключом“ (Rivest, Shamir и Adleman - RSA). При этом обеспечивается то, что код не может быть произведен из другого без дополнительной информации. Поэтому один из



двух кодов можно публиковать. Пример - Отправитель А хочет послать получателю В данные управления. Данные у А кодируются в "крипто-чипе". Затем к кодированному блоку присоединяются дополнительные сведения и блок к получателю. Прибыв туда, он освобождается, как и ранее, уровень за уровнем от дополнительной информации. Наконец закодированная информация попадает в "крипто-чип" получателя и там расшифровывается. Если при дешифровке будет установлено, что данные управления действительны, подлинны и полном объеме, они будут переданы на обработку.

Задачи управления решаются на Siemens с помощью SINUMERIK, SIMODRIVE, SIROTEC при помощи программы, хранимой в SIMATIC S5. Новая коммуникационная система называется SINEC - связывает через сети все Оборудование - от конструкции с компьютерной поддержкой через уровень планирования и руководства до автоматизации производства на заводе. SINEC является открытой коммуникационной системой, позволяющей пользователю свободно выбирать ассортимент устройств автоматизации.

SINEC H1 - ячеистая сеть для коммуникации различных систем автоматизации у разных изготовителей. SINEC H1FO - оптический вариант с большим диапазоном, защищенный от прослушивания и невосприимчивый к электромагнитному влиянию. SINEC H2B, - MAP- совместимая расширенная базовая сеть по IEEE 802.4/7 для параллельной передачи данных, языка и видеосигналов. Подключение сетей SINEC H1 (CSMA/CD) к SINEC H2B осуществляется через SINEC-BRIDGE 400 в MAP - канале по IEEE 802.4 - метод маркера.

SINEC L1- сеть для управления на базе SIMATIC-S5, а также как подсистема от SINEC H1. SINEC L2 - содержит все установки для обеспечения связи между компонентами автоматизации. При разработках SINEC учитываются те стандарты, применимость и стабильность которых достаточно изучена. MAP- сети могут интегрироваться в существующие сети



с помощью мостов и межсетевых переходов (интерфейсов). Siemens использует шинную систему SINEC H1, базирующуюся на сети Ethernet 10 Мб/с.

С помощью SINEC H1 можно создать сеть с площадью охвата за счет присоединения друг к другу отдельных сегментов. В пределах одного сегмента с длиной 500м можно подключить до 100 участников. Для этого каждому участнику необходим приемопередатчик и соединительный кабель (Dropcable) между приемопередатчиком и участником. Соединительный кабель может быть длиной до 50м. Через ретранслятор можно подключить дополнительные сегменты. Между двумя любыми участниками не должно быть более двух ретрансляторов и сеть может достигать расширения примерно до  $1,5 \text{ км}^2$ .

SINEC H1 использует коаксиальный кабель с двойной экранизацией, имеющий коэффициент помехоустойчивости в 10 - 15 раз выше, чем нормальный Ethernet. Благодаря жестким резьбовым соединениям даже в режиме работы с большой нагрузкой гарантируются надежные соединения. Оптический вариант от SINEC H1 с обозначением SINEC H1 FO (FO для Fiber Optic - оптическое волокно) предлагает наряду с вышеупомянутыми свойствами электрической сети H1 имеет преимущества: большой диапазон - до 5000 м со средой передачи данных - оптическими волноводами; полное разделение потенциалов; невосприимчивость к электромагнитному излучению; защита от прослушивания; отсутствие проблем заземления из-за разделения присоединенных устройств.

SINEC H2B - интегральная сеть, разрешающая параллельную передачу: данных, изображений и языка. Достигается это многократным использованием кабеля FDM (мультиплексная передача с частотным разделением каналов). В независимых каналах могут переноситься рядом аналоговые и цифровые сигналы. С помощью SINEC H2B можно создать распределяющую сеть с площадью охвата 10 км. SINEC H2B полностью MAP-совместим. Обмен данными происходит согласно стандарту ISO по



трем MAP-каналам со скоростью передачи 10 Мб/с. В качестве доступа используется метод эстафетной передачи маркера в сети. SINEC H2B позволяет осуществлять коммуникационные соединения ячеистых сетей SINEC H1. Преобразование протокола SINEC H1 в SINEC H2B (различные методы доступа) и наоборот осуществляет мост - SINEC-BRIDGE 400. SINEC-BRIDGE действует также как фильтр. Он принимает с обеих присоединенных сетей полное движение данных и отфильтровывает все пакеты данных, не соответствующие другой сети. Пакеты данных, предназначенные для транспортировки, например, только внутри сети SINEC H1 не попадают сразу на сеть SINEC H2B.

Технические данные SINEC H2B: средство передачи: 75-Ω-коаксиальный кабель многократного использования; способ передачи: широкополосная распределительная сеть по международному стандарту IEEE 802.4/IEEE 802.7, спектр 5 - 450 МГц; скорость передачи данных: 10 Мб/с; топология: иерархия по древовидной структуре; диапазон: около 10 км; количество узлов - до 10 000; метод доступа: эстафетная передача по IEEE 802.4 в MAP-каналах; SINEC H1 использует стандарты ISO на уровнях протокола 1 - 4. Были разработаны собственные протоколы, протоколы SINEC-AP и сервер передачи файлов (FTS), ориентирующиеся на создаваемые стандарты. Для этих протоколов автоматизации (AP) в SINEC вводятся MAP-установки (SINEC- AP совместим с MAP). SINEC-AP является ориентированным на пользователя языковым средством для коммуникации SINEC H1 и SINEC H2B. Протоколы SINEC-AP разделены на „AP-Монитор” для исполнения протоколов, „Технологические функции (TF)”, службы. По своей функциональности „Технологические функции” разработаны так, что они являются совместимыми с MMS-функциями. Пользователь не видит различия SINEC-AP или MMS. SINEC FTS (сервис переноса файлов) дополняет SINEC-AP в области разработок и „оргтехники”. SINEC FTS использует File and Job Access Method (FJAM) - метод доступа к файлам и заданиям. Эти „протоколы службы пользователя” соответствуют уровням 6 и



7 модели ISO. Siemens открывает созданную SINEC AP архитектуру протокола, так что при соответствующем дополнении также чужие системы, работающие по шинному принципу, могут интегрироваться в автоматизированное объединение SINEC. Протоколы SINEC AP/TF и SINEC FTS покрывают дефицит решений в международной стандартизации. SINEC L1 разработана для SIMATIC S5. SINEC L1 можно подключать к SINEC H1. SINEC L1: средство передачи: 4-жильный кабель (экранированный); полный цифровой поток: 9,6 Кбит/с; длина телеграммы - максимально 64 байта за передачу; топология - максимально 2 ретранслятора между 2 участниками; максимально 2 пары ретрансляторов между 2 участниками; дистанция: 4 км между 2 участниками, максимально 50км; количество узлов: 31 (включая Master); метод доступа - Master-Slave („Fixed Master" и „Master-Slave") - центральное управление обменом данными. На расстояниях до 50км с одного Master могут координироваться до 30 Slave. При аварии опрос прерывается и производится запрос. Последовательность устанавливает пользователь.

SINEC L2 для уровней 1 и 2: средство передачи: скрученный 2-жильный кабель; полный цифровой поток: 9,6 Кбит/с - 500 Кбит/с; топология - линия или дерево; максимальная длина шины - 1,2 км (с ретрансляторами 4,8 км); количество узлов - 32 активных, до 122 активных и пассивных; метод доступа - Master-Slave и эстафетная передача. Межсетевой преобразователь SINEC H1-CS275 содействует сетевому переходу от шинной системы SINEC H1 к шинной системе CS 275 TELEPERM M. Связи коммуникации с системами SINEC H1 реализуются при этом через SINEC AP/TF с TELEPERM M через блоки связи для передачи аналоговых и двоичных сообщений. SINEC L2 (шина PROFIBUS проекта связи BMFT) получает доступ к SINEC H1 через управление SIMATIC. В основном требуется простая, легко расширяемая топология сети со стандартными компонентами в качестве терминального оборудования. К тому же в распоряжении заказчика должна иметься подробная и удобная документация. Сеть



коммуникации должна в состоянии гарантировать различные услуги - одновременно передавать изображения, данные и язык.

Координация собственного персонала фирмы облегчается значительно, если уже в фазе планирования задействован администратор сети. Вследствие этого гарантируется постоянство знаний как из фазы планирования работы, так и этапов расширения, и знания могут накапливаться. Администратор сети может препятствовать другой оценке требований, вызванной технической модернизацией. Группа сопровождения режима эксплуатации должна привносить ступенчатое ноу-хау. Устройства контроля должны быть приспособлены для персонала. Устройства тестирования протоколов в виде программного обеспечения и аппаратных средств - предоставляют больше возможностей записывать и декодировать обмен данными. Проблема поиска ошибок решается на основе подготовки Контрольных Листов - согласовываются с элементами сети: „вся сеть”, „основной сегмент”, „предыдущий сегмент” и до .... „конечный участник”, который со своей стороны может разделяться на листы „устройства автоматизации” и „программаторы”.

С Контрольными листами монтер получает сеть решений („Дерево Решений”), которая служит с одной стороны для ограничения дефекта, а с другой указывает монтеру, какие дальнейшие мероприятия или шаги необходимо выполнить.

Заключение договора по обслуживанию или сервису с поставщиком сети гарантирует непрерывную проверку и контроль коммуникационной сети. При CSMA/CD условием для такой установки является сеть, построенная по IEEE 802.3. Естественно должно гарантироваться, что системы автоматизации должны обладать различными сетевыми адресами. В SINEC H2B за счет предоставления нескольких каналов с частотным разделением возможно параллельное служебное выполнение процессов. Вокруг коаксиального кабеля применяют дополнительный алюминиевый экран для предотвращения влияния электромагнитных волн и для



выравнивания потенциалов, так чтобы возможные выравнивающие потоки не текли через наружный проводник коаксиального кабеля. В Siemens применяется техника жесткого резьбового соединения ethernet-кабеля с приемопередатчиком. Благодаря резьбовому соединению стык в определенных границах устойчив к ударам и вибрации и может применяться в суровых условиях эксплуатации. В SINEC H2B могут соединяться до 1000 узлов. CSMA/CD- ячеистая сеть (SINEC H1 или H1 FO) и предлагается возможность подключения до 1024 узлов. В сети на уровне технологического процесса могут соединяться от 32 до 122 участников по принципу Master-Slave.

К SINEC NM (Менеджмент Сети) должны иметь доступ: планировщики или проектировщики оборудования, эксплуатационники, ответственные за сеть и всю систему, а также обслуживающий персонал и специалисты диагностирования. Важный элемент менеджмента сети — элементы Описания: Связей систем (узлов) в сегменты с интерфейсом, типом и адресом в шине; топологии сети, структурированной по сегментам, группам сегментов, подсети и сети; транспорты (TSAP) и отношения этих транспортов сообщений; выполняемых Заданий (Приложений) и их Связей.

Основой совершенствования гетерогенных коммуникаций являются решения о пригодности для этого действующих норм по протоколам - Draft Proposal (DP), Draft International Standard (DIS) и International Standard (IS). Концептуальная работа по проектированию новых решений коммуникации может начинаться с создания DP, но проблематика возможных постоянных изменений спецификации исчезает только с созданием IS. От стандарта до широкого использования в промышленности необходимо пройти цикл: стабильность стандарта; разработка программного обеспечения; установление условий проверки; разработка контрольного программного обеспечения; разработка и поставка устройств для пилотируемого использования; ре-дизайн аппаратных средств и программного обеспечения; создание поддержки; продукты для широкого промышленного применения.



Для оценки вопроса стабильности стандартов и спецификаций надо различать Базовые Стандарты и Профили Нормирования. Базовые Стандарты являются нормами, установленными для каждого отдельного уровня исходной модели ISO, т.е. MMS в уровне 7 или IEEE 802.3 для уровней 1 и 2. Companion Standards (CS) являются дополняющими, причем учитываются специальные системные семейства - управление при помощи программы, хранимой в памяти. Только установление Профилей Нормирования, описывающих все семь уровней исходной модели, гарантирует Перспективную Сеть. Профили Нормирования - MAP/TOP гарантируют сочетание создающихся более поздних протоколов и стандартов с установленной в настоящее время сетью.

Получила распространение сетевая архитектура на базе SINEC H1 и H1 FO и связывающего „стержня“, как SINEC H2B. Ячейстым сетям могут быть подчинены сети - SINEC L1 и SINEC L2. В SIEMENS SINEC H2B выделяют элементы: магистральный кабель, распределитель, усилитель, устройство ввода, грозозащиту и магистральную нагрузку. Элементы могут иметь дистанционное питание, т.е. напряжение питания для усилителей подается и распределяется по широкополосной сети. В магистрали не должны использоваться никакие ответвители к оконечным устройствам, так как в этом случае сбой оконечного устройства может вывести из строя всю сеть. При использовании SINEC H2B, например, для достижения площади охвата сети на каждом передающем выходе усилителя линия через распределитель разделяется на четыре ветви. Длина ветвей зависит от типа использованного кабеля линии передачи и от установленной точки доступа к сети (TAP), т.е. демпфирования TAP. В ветви передачи применяются компоненты (на примере SINEC H2B): SINEC-H2B - коаксиальный кабель (Q6, Q13); разветвитель; F-нагрузка с цепью. За счет раздела линии передачи на четыре ветви учитывается возможное расширение в будущем. Для присоединяющегося к разветвителю кабеля для каждой ветви задается постоянная длина. Соединительные кабели должны быть по возможности



короткими, так как они имеют максимальное демпфирование и самый низкий коэффициент экранирования. Предлагаются длины: от 5 до макс. 25 м Dropkabel (Q6); от 25 до макс. 50 м Dropkabel (Q13). Расчет по линии передачи для вершины усилителя начинается с ветви вершины. Уровни на ветвях определяются вычитанием значения демпфирования на распределителе из величины выходных уровней усилителя у вершины. При вычитании значения демпфирования 25-м - коаксиального кабеля (Q6) получаются значения входных уровней разветвителя. Для определения используемого разветвителя надо от значения входных уровней разветвителя вычесть значение демпфирования использованного, подающего кабеля и целевых уровней. С помощью заданной величины выходного демпфирования в точке доступа к сети, полученной из трех значений (величина TAP) - определяется используемый разветвитель. При вычитании установленных значений выходного демпфирования и демпфирования подающего кабеля можно рассчитать уровень на входе оконечного устройства. Для других находящихся на ветви точек доступа следует поступать аналогично. Последняя точка доступа должна иметь нагрузку с волновым сопротивлением 75 Ом. К такой точке могут присоединяться четыре или восемь оконечных устройств. Количество точек доступа на каждой ветви подающей линии определяем аналогично. По окончании проектирования прямого диапазона можно начать вычисления уровня в обратном диапазоне.

Для этого необходимо определить уровневую характеристику обратного хода в каждой ветви для каждого оконечного устройства к усилителю. Должно гарантироваться соблюдение минимального входного уровня на распределительном усилителе (Bridger Amplifier) на каждом участвующем устройстве. При условии, правильного расчета прямого диапазона - это будет почти всегда выполняться, так как прямой диапазон подвергается более сильному демпфированию из-за более высоких частот. В редчайших случаях, когда не достаточен входной уровень обратного диапазона, может использоваться как помощь в отдельных ветвях подающей



линии магистральный кабель с очень низким демпфированием. Исходим из того, что уровень передачи в точке доступа составляет 53 дБ/мВ. Из этого значения в первую очередь вычитается величина демпфирования, возникающего на 10м подающего кабеля. Из входного уровня обратного направления точки доступа вычитается ее проходное ослабление, демпфирование на 25м подающего кабеля (Q6), а также демпфирование на разделителе. Полученный из этого расчета обратно входной уровень обратного направления в усилителе у вершины сравнивается с необходимым минимальным уровнем. Тем же способом нужно проводить вычисление всех ТАР. Проектирование коаксиальной ячеистой сети CSMA/CD может быть разделено на несколько ступеней: определение сетевой архитектуры, соблюдение норм прокладки сетей и инсталляции, соблюдение условий эксплуатации.

Для определения сетевой архитектуры имеются выводимые условия, которые запрещают абсолютно свободную топологию сети. Таким образом, лимитируется проектирование сети IEEE 802.3, как SINEC H1 следующими физическими границами: максимальное время распространения сигнала в сети  $> 51,2$  мс для надежного распознавания столкновений, импульсно-фазовые колебания (accumulated phase jitter) и демпфирование сигнала через шину.

При проектировании сети IEEE 802.3 следует исходить из простого, неразветвленного кабельного сегмента. С помощью повторителей можно соединять несколько сегментов друг с другом. Для более крупных сетей оправдала себя сетевая архитектура, в которой отдельные сегменты соединяются в общую сеть через основной сегмент (стержень).

При условии возможности подключения к этому основному сегменту устройств автоматизации в этой сетевой архитектуре можно произвести все разрешенные сетевые конфигурации. Сегмент имеет максимальную длину 500м и содержит до 100 приемных устройств. Каждый сегмент имеет на обоих концах нагрузку 50 Ом (Terminator). Минимальная длина кабеля в



шине между двумя приемными устройствами составляет 2,5 м. Максимальная длина кабеля между приемными устройствами составляет 50 м. Промежуточная длина между предварительно смонтированными элементами составляет 3,2 м, 10 м, 20 м и 32 м. Сегмент может содержать максимально два устройства защиты от перенапряжений. Сегменты могут соединяться посредством повторителей. Между двумя любыми системами автоматизации могут находиться максимально два повторителя. Дистанционный повторитель состоит из двух полуповторителей и световода (LWL). Он считается устройством. Вся длина LWL между двумя устройствами автоматизации не должна превышать 1000 м. Для пути прохождения сигнала по двум расстояниям LWL сумма частичных этапов L1 и L2 должна быть  $\leq 1000$  м. Подключение повторителя осуществляется двумя кабелями приемных устройств и с двумя приемными устройствами. Соединение сети двумя активными повторителями к контуру не разрешено. Параллельно к активному повторителю может подключаться еще один повторитель в дежурном режиме; это не возможно с дистанционными повторителями. В сети может быть произвольное количество повторителей или дистанционных повторителей, пока соблюдаются другие условия соединения сегмента. Такая система имеет преимущества: возможен сбор устройств автоматизации в автономные сети; сеть может немного расширяться на несколько участников или на целые подводящие сегменты; несмотря на охват площади необходимы лишь немногие инфраструктурные элементы (длина кабеля приемного устройства 50 м достаточна); структура локальной сети может легко сочетаться с конструктивными условиями; каждый остров - присоединенные к подводящему сегменту устройства автоматизации, может эксплуатироваться отдельно, если гарантируется функциональное единство присоединенных устройств автоматизации; электрическое разъединение отдельных сегментов осуществляется за счет промежуточных повторителей; каждый остров при необходимости может отсоединяться; при отказе одного сегмента остальные сегменты еще работоспособны. Если указанные правила



применяются последовательно, то для максимально возможного интервала между двумя устройствами автоматизации (3 сегмента по 500м, LWL дистанционного повторителя 1000м, шесть кабелей приемопередатчиков по 50м) получается значение 2800м, представляющее верхний предел протяженности. При этом не учтены сокращения, обусловленные конструкцией (устройствами, длиной подводов).

Максимальная площадь охвата, достигаемая без применения дистанционных повторителей, например, с SINEC H1, составляет 1,7 кв.км. В пределах этой площади можно достичь любой точки при помощи устройства автоматизации.

При инсталляции нужно соблюдать следующие нормы: однократное изгибание 12,5см, неоднократное изгибание 25,0см. Следует избегать растяжения, сдавливания, скручивания, а также повреждения экранирования, проводника или диэлектрика. Кабели нужно прокладывать так, чтобы избежать повреждения во время работы (стальные трубы, лотки для кабеля, пластмассовые трубы). В среде с сильными электрическими помехами или при невозможности соблюдения необходимого интервала от силовых линий нужно укладывать линии шины в заземленных стальных трубах горячей оцинковки. Для изгибов используют гибкие металлизированные шланги, которые необходимо заземлять.

Если сегмент коаксиального кабеля прокладывается через два здания, то соответственно начальная и конечная точка кабеля должны быть защищены от перенапряжений. В сегменте могут использоваться максимально два устройства защиты от перенапряжений. Сигнальный наружный проводник внутреннего (желтого) коаксиального кабеля обычно не заземляется и на каждом сегменте должен иметь соединение с заземляющим потенциалом максимально в одной точке. Корпуса коаксиальных штекеров и приборов оконечной нагрузки, находящиеся на местном потенциале, необходимо изолировать наконечниками. Внешний экран коаксиального кабеля, напротив, должен быть изолирован



непосредственно перед и после каждого приемопередатчика. Сопротивление шлейфа на конце короткозамкнутой линии шины между нулевым проводом и внутренним экраном должно быть менее 50 Ом. Сопротивление шлейфа на конце линии шины с подключенной нагрузкой 50 Ом между нулевым проводом и внутренним экраном должно быть менее 55 Ом. Необходимо провести рефлектометрические измерения линии шины, готовой к эксплуатации. Результат: Уотражения  $< 0,07$  Упитания.

Большинство LWL-сетей выпускаются на основе сегодняшнего уровня LWL-техники как радиальные сети. Необходимо учитывать преимущества LWL - можно присоединить 16 двухканальных съемных блоков к 32 оптическим приемопередатчикам через Duplex-LWL-проводник (32 системы автоматизации с кабелем приемопередатчиков максимальной длины 50 м), либо 16 шинных съемных блоков для подключения 16 систем автоматизации с кабелем приемопередатчиков максимальной длины 50 м, либо комбинация обоих вышеупомянутых вариантов.

Можно присоединить либо 12 двухканальных съемных блоков, к 24 оптическим приемопередатчикам через Duplex-LWL-проводник (т.е. 24 системы автоматизации с кабелем приемопередатчиков максимальной длины 50 м); либо 12 шинных съемных блоков для подключения 12 систем автоматизации с кабелем приемопередатчиков максимальной длины 50 м.

Вместо системы автоматизации можно присоединить также блок нескольких разъемов или повторитель. К одному радиальному соединителю можно присоединить максимально 32 коаксиальных сегмента с максимальной длиной 500 м. Между двумя любыми системами автоматизации может быть до 4600 м. При использовании нескольких радиальных соединителей расстояние между двумя любыми системами автоматизации сокращается до 4300 м.

Пять уровней автоматизации могут быть подключены непосредственно друг за другом, и в каждом уровне могут снова использоваться несколько радиальных соединителей. При таких условиях можно создать очень



большие сети, чисто на основе CSMA/CD. На Siemens шина LWL используется преимущественно как стержень - элемент, связующий здания, с подчиненными сегментами коаксиального кабеля в пределах зданий (SINEC H1 FO). При использовании оптических сетей нужно обращать особое внимание на демпфирование сигнала средой передачи данных и на максимальное время распространения сигнала и провести соответствующее вычисление.

При установлении топологии сети должны соблюдаться правила по определению максимального диапазона LWL-CSMA/CD-сети. При расчете демпфирования сигнала между двумя оптическими соединениями (передающее и приемное устройство) нужно учитывать показатели производительности передающего и приемного устройств, а также показатели производительности линии передачи.

Windows Control Center (WinCC) под управлением Microsoft Windows 2000 и XP превратилась в промышленный стандарт и лидер Европейского рынка. Manufacturing Execution Systems (MES) – Системы управления производством и Enterprise Resource Planning (ERP) – Планирование ресурсов предприятия. WinCC поддерживает каналы передачи данных для организации связи с SIMATIC S5/ S7/ 505 с помощью S7 Protocol Suite, а также другие - PROFIBUS-DP/FMS, Dynamic Data Exchange (DDE) и OLE for Process Control(OPC).

Основой гибкой и эффективной интеграции является возможность работы с различными клиентами, открытые интерфейсы (Открытые интерфейсы доступа к базам данных: ADO, OLE DB, ODBC, SQL/интерфейсы программирования: VBScript и ANSI-C с доступом к COM моделям объектов и API-функциям) и различные опции (WinCC/Dat@Monitor, WinCC/Connectivity Pack, WinCC/Industrial-DataBridge).

WinCC User Administrator можно устанавливать и контролировать полномочия пользователей как во время конфигурирования системы так и в



режиме исполнения. Как администратор, можно в любое время, в том числе во время работы системы исполнения, определить до 128 групп пользователей, каждая из которых содержит до 128 пользователей, и назначить им соответствующие права доступа к функциям WinCC.

WinCC Graphic Designer (Графический дизайнер WinCC) применяется для создания кадров изображений, используемых для визуализации процесса и управления установкой.

WinCC/Audit - можно установить контроль значений, вводимых оператором и передаваемых процессу, а также защиту архивов и самой системы путем блокирования ее в случае несанкционированного доступа. WinCC может записывать вводимые значения переменных вместе с датой, временем, именем пользователя и сравнительными характеристиками между старым и новым значением.

Сообщения архивируются в базу данных Microsoft SQL Server от 2000 - до 10000 значений и 100 сообщений в секунду. Применение сжатия без потерь позволяет уменьшить размер требуемой памяти. Архивирование значений процесса может быть циклическое, по наступлении определенного события или управляемое процессом (например, при нарушении допустимых значений), а также в сокращенном варианте (усреднение значений для получения общей картины). В базовой системе WinCC можно сконфигурировать до 512 архивных переменных. Powerpack позволяют увеличивать количество тегов до 80,000.

Протоколы WinCC могут содержать данные из баз и внешние данные в формате -Comma separated variable (CSV) – переменные, разделенные запятой в виде таблицы или графика кривой. Для отображения данных из других приложений в виде таблицы или в графическом виде можно разработать свой собственный Report Provider (Составитель отчетов).

WinCC - многоязычная объектно-ориентированная среда проектирования с конфигурируемым интерфейсом пользователя,



всплывающими в процессе диалога подсказками, полной функцией on-line Help и примерами применения.

WinCC Graphics Designer конфигурирует до 32 слоев кадров. Можно скрыть отдельные слои для того, чтобы изображение было понятным. Возможно изменение свойств группы объектов одновременно. Автоматически копируются соответствующие связи этих объектов с тегами. Для оптимизации переключения, т.е. подключения объекта к другому тегу, предлагается диалог переключения. В этом диалоге перечисляются все теги, связанные с выбранными объектами и предоставляется возможность непосредственного изменения связей.

Wizard - Мастер сообщений предлагает установленные по умолчанию параметры системы сообщений, которые проектировщик может принять или изменить. В окнах можно посмотреть как выбранные параметры влияют на систему сообщений.

Библиотека поставляемой системы уже содержит ряд готовых сконфигурированных объектов как, например, насосы, двигатели, трубопроводы, измерительные приборы, переключатели.

Законченные объекты для проектов рассортированы в библиотеке по темам и могут быть извлечены и помещены в кадр изображения с помощью Операции Буксировки (Drag & Drop). Для того, чтобы в режиме исполнения можно было работать на разных языках Объекты должны быть сконфигурированы на нескольких языках. С помощью WinCC/IndustrialX можно конфигурировать элементы управления ActiveX - автоматическое внесение изменений во всех местах использования объектов.

Список перекрестных ссылок, содержащий перечисление в табличной форме всех тегов, кадров изображений и функций, определенных в проекте, а также централизованное отображение свойств кадров изображений в WinCC Explorer - облегчает внесение изменений.

Конфигурация системы тестируется еще до того, как она будет связана с контроллером, с помощью моделирования. Каждому тегу можно поставить



в соответствии кривую изменения значений. Когда кадр изображения появляется в процессе тестирования на мониторе, сразу же становится ясно, правильно ли, например цветное оформление. С помощью Powerpacks можно расширять количество тегов. Можно использовать до 12 WinCC серверов и до 32 WinCC клиентов для каждого сервера в последующих конфигурациях системы. При этом систему с несколькими серверами можно конфигурировать как распределенную систему.

Для того, чтобы организовать концентратор данных, можно сконфигурировать Web-сервер на любом SCADA-клиенте. При этом Web-клиент, связанный с этим Web-сервером, сможет иметь доступ к проектам всех (резервированных) Web-серверов (до 12), относящихся к установке из любой точки мира.

Сведения об операторских станциях, подключенных через Web, помещаются в архивы данных станции. Различные уровни доступа регулируют права доступа, которые имеют различные пользователи. Система поддерживает общие механизмы безопасности для работы через Интернет. Использование Thin client. Тонкий клиент возможно при включении в систему устойчивых локальных узлов – SIMATIC MP370 с опцией Thin client/MP и мобильных клиентов - Personal Digital Assistant (PDA) – карманные компьютеры специализированного назначения под управлением Windows CE. Конфигурации такого типа предъявляют минимальные требования к аппаратному обеспечению, поскольку само приложение выполняется на терминальном сервере. В тех случаях, когда предъявляются требования к минимизации времени простоя, WinCC обеспечивает: резервирование сервера с помощью опции WinCC/Redundancy (резервирование); резервирование связи с процессом.

С помощью OLE можно встраивать объекты других приложений в кадры изображений процесса и организовывать обмен связанными между собой данными. Элементы ActiveX вертикального рынка или ориентированные на конкретную технологию, могут быть встроены в систему.



Модули функций WinCC открыты API (Прикладной программный интерфейс) - доступ к данным и функциям как системы конфигурирования, так и системы исполнения.

OPC DA WinCC может локально или через сеть, в случае использования контроллеров низкого уровня, получать циклически текущие данные о процессе с OPC DA-сервера. С другой стороны, через встроенный сервер OPC DA WinCC предоставляет в распоряжение текущие данные о процессе другим OPC-совместимым приложениям, например Excel, для дальнейшей обработки. Можно организовать доступ к архивным данным с помощью OPC Historical Data Access (HDA) – доступ к архивным данным. В качестве сервера HDA система предоставляет данные архивов другим приложениям. OPC-клиент (например, система формирования отчетов) может путем ввода начального и конечного времени определить временной интервал, выбрав таким образом данные, которые должны быть переданы. OPC-клиент может сформировать запрос уже адаптированных данных с HDA-сервера, т.е. автоматически запустить процесс сжатия данных до того, как они будут переданы. В OPC Alarm & Events (A&E) система отображает сообщения как аварийные и вместе со всеми соответствующими, помещаемыми в сообщения значениями процесса.

В базовой системе можно сконфигурировать до 512 архивных переменных. Пакеты Powerpack позволяют увеличить количество тегов до 80000. Данные из архивов WinCC (Historian) можно отображать в виде кадров изображений процесса с помощью встроенных объектов WinCC Trend Control или WinCC Alarm Control. Можно использовать для клиентов: WinCC SCADA; WinCC Web; WinCC/Dat@Monitor; доступ к текущим или архивным данным через OPC или OLE DB.

SIMATIC IT Framework: WinCCSCADA и IT Historian (Исторический архив), вместе с Plant Performance Analyzer (PPA) - объединяет данные, полученные из различных источников, оценивает их, выступает в качестве Enterprise Historian (Исторического архива предприятия).



WinCC/Connectivity Pack – позволяет другим приложениям иметь доступ к архивам с помощью OPC HDA (Historical Data Access) или OLE-DB, а также передавать другим приложениям сообщения с помощью OPC Alarm & Events (A&E).

SIMATIC IT WinBDE – обеспечивает управление данными для анализа неисправностей и данными о технических характеристиках машины, начиная от одной машины и кончая всем комплексом производственного оборудования.

Дополнения WinCC (Add-ons) разрабатываются внешними партнерами и представляют продукты, подразделяющиеся на категории: SCADA-расширения, инструментальные средства конфигурирования, программное обеспечение для интеграции в MES, ERP и IT, промышленные и технологические решения и каналы связи.

Отмеченные выше элементы позволяют решать проблемы наукоемких объектов, процессов и технологий (ERP, SCADA, PDM, CALS) в сфере мехатроники на всех стадиях петли качества интеллектуальных систем для обеспечения безопасности на транспорте.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шадрин, А.Б. Информационные сети и телекоммуникации: учеб.-метод. комплекс (информация о дисциплине, рабочие учебные материалы, информационные ресурсы дисциплины)/сост. А.Б. Шадрин - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2009. 217с.
2. Шадрин, А.Б. Проектирование компьютерных сетей: учеб.-метод. комплекс (информация о дисциплине, рабочие учебные материалы, информационные ресурсы дисциплины, методические указания к выполнению и задания на курсовой проект или контрольную работу, блок контроля освоения дисциплины)/сост. А.Б. Шадрин - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2010. 204 с.



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>КРАТКАЯ ИСТОРИЯ КАФЕДРЫ ПУ и ИС.....</b>	<b>3</b>
<b>ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКИЙ СОСТАВ КАФЕДРЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>НАУЧНЫЕ СТАТЬИ .....</b>	<b>11</b>
<b>Золотов О.И., Пустыльников Л.М. К КАЛИБРОВОЧНЫМ (УПРАВЛЯЮЩИМ) ПОЛЯМ.....</b>	<b>11</b>
<b>Белов М.П. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ.....</b>	<b>19</b>
<b>Беляев Б.М. МОДЕЛЬ ИМИТАТОРА ТИПОВОГО ГАРМОНИЧЕСКОГО СИГНАЛА .....</b>	<b>34</b>
<b>Губин А.Н., Филиппов Ф.В. ЗАДАЧИ СГЛАЖИВАНИЯ СЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ.....</b>	<b>41</b>
<b>Губин А.Н., Филиппов Ф.В. СТРАТЕГИЯ ТЕСТОВОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ .....</b>	<b>44</b>
<b>Кастильо-Чагин И., Шадрин А.Б. СИНТЕЗ ВИРТУАЛЬНЫХ КАНАЛОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ.....</b>	<b>53</b>
<b>Козлова Л.П. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>67</b>
<b>Козлова О.А. ПУТЬ К НЕЧЕТКИМ СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ .....</b>	<b>72</b>
<b>Литвинов В.Л., Шандров В.В. МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ .....</b>	<b>80</b>
<b>Ляшенко А.Л. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ .....</b>	<b>95</b>



<b>Ляшенко А.Л.</b> <b>ВЫВОД ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЁННОГО ПРОСТРАНСТВЕННО-АПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗВЕНА.....</b>	<b>99</b>
<b>Макаров В.Л., Макаров Н.В.</b> <b>АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТОВ НАСТРОЕК ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГУЛЯТОРОВ.....</b>	<b>105</b>
<b>Пашкин В.Я. Пашкин П.В.</b> <b>КОНСТРУКТИВНАЯ ИЕРАРХИЯ И АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ АППАРАТУРЫ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ.....</b>	<b>107</b>
<b>Пашкин В.Я. Пашкин П.В.</b> <b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА КОНСТРУКТИВНО- ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ СИСТЕМЫ ДИСКРЕТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....</b>	<b>116</b>
<b>Шадрин А.Б.</b> <b>СОВЕРШЕНСТВУЕМ ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ .....</b>	<b>122</b>
<b>Шадрин А.Б.</b> <b>ОТКРЫВАЕМ РЕСУРСЫ ПЕТЛИ КАЧЕСТВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ .....</b>	<b>130</b>
<b>Шадрин А.Б.</b> <b>ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В СФЕРЕ ПЕТЛИ КАЧЕСТВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ .....</b>	<b>138</b>



99  
05  
07  
6  
2

**СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ  
К ЮБИЛЕЮ КАФЕДРЫ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ И  
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Сборник научных статей издается в авторской редакции

Сводный темплан 2010 г.  
Лицензия ЛР № 020308 от 14.02.97

Подписано в печать 07.12.10.

Б.кн.-журн.

П.л. 10,5

Б.л. 5,25

Тираж 100

Формат 60x84 1/16

Изд-во СЗТУ

Заказ 2574

Северо-Западный государственный заочный технический университет  
Издательство СЗТУ, член Издательско-полиграфической ассоциации  
университетов России  
191186, Санкт-Петербург, ул. Миллионная, д. 5



99  
05  
07  
6  
2

**СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ  
К ЮБИЛЕЮ КАФЕДРЫ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ И  
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Сборник научных статей издается в авторской редакции

Сводный темплан 2010 г.  
Лицензия ЛР № 020308 от 14.02.97

---

Подписано в печать 07.12.10.

Б.кн.-журн. П.л. 10,5 Б.л. 5,25

Тираж 100

Формат 60x84 1/16

Изд-во СЗТУ

Заказ 2574

---

Северо-Западный государственный заочный технический университет  
Издательство СЗТУ, член Издательско-полиграфической ассоциации  
университетов России  
191186, Санкт-Петербург, ул. Миллионная, д. 5





"ФГБОУ ВО "ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова"

