

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пермский государственный технический университет»

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ТЕОРИЯ,  
ИНСТРУМЕНТЫ, ПРАКТИКА (INNOTECH 2009)**

**Материалы I Международной интернет-конференции  
молодых ученых, аспирантов, студентов  
(1 октября – 15 ноября 2009 г.)**

Издательство  
Пермского государственного технического университета  
2010

Издание содержит материалы I Международной интернет-конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Инновационные технологии: теория, инструменты, практика» (INNOTECH 2009).

Конференция посвящена вопросам моделирования информационно-измерительных и управляющих систем, телекоммуникационных систем и сетей, инновационным направлениям в энергетике, электротехнике и электронике, аппаратно-программному обеспечению информационно-управляющих систем.

Публикуемые результаты исследований могут быть интересны молодым исследователям, преподавателям и специалистам, интересующимся теоретическими и прикладными разработками данной предметной области.

**Редакционная коллегия:**

*В.В. Киселев*, доцент, канд. техн. наук;

*А.М. Костыгов*, доцент, канд. техн. наук;

*А.Б. Петроченков*, доцент, канд. техн. наук;

*Н.М. Труфанова*, профессор, д-р техн. наук;

*Р.А. Файзрахманов*, профессор, д-р экон. наук;

*А.Г. Щербинин*, профессор, д-р техн. наук (отв. ред.);

*А.А. Южаков*, профессор, д-р техн. наук

**Рецензент**

д-р техн. наук, профессор, генеральный директор ОАО «НИИУМС» *В.Н. Аликин*

**Секция 1**

**УПРАВЛЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЯ В СЛОЖНЫХ  
СИСТЕМАХ**

## РЕГИСТРАЦИЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Студенты гр. ЭВТ-07 ПГТУ Е.И. Андреев,  
А.А. Темичев, старший преподаватель  
кафедры ИТАС ПГТУ А.В. Кычкин,  
научный руководитель: д-р экон. наук, профессор  
кафедры ИТАС ПГТУ Р.А. Файзрахманов

**Ключевые слова:** микроконтроллерная система, регистратор биомедицинских сигналов, электрическая принципиальная схема.

В связи с быстрым техническим развитием современной медицинской техники и использованием в ней все более сложных наукоемких технологий и компонентов возможности медицинской аппаратуры растут очень быстро. В данной ситуации, наряду с множеством положительных моментов, выявляется и один наиболее существенный отрицательный момент – стоимость такой техники доходит до нескольких десятков тысяч долларов. Для отечественной медицины на современном этапе развития этот аспект приобретает решающую роль. В частности, проведение диагностики сердечно-сосудистой системы традиционными методами с использованием средств ультразвукового исследования достаточно трудоемко и малопродуктивно. С целью повышения эффективности данных работ, связанных с обследованием человека, а также создания отечественной альтернативы дорогостоящему зарубежному оборудованию и был создан комплекс средств медицинской диагностики. Комплекс способен обрабатывать два вида сигналов одновременно: сигнал электрокардиографа и датчика пульсовой волны, позволяя отслеживать одновременно несколько параметров состояния пациента.

Микроконтроллерная система состоит из подсистем программного и аппаратного обеспечения [5]. Аппаратная часть представляет собой набор следующих компонентов (рис. 1):

- датчик пульсовой волны – необходим для того, чтобы производить измерение формы пульсовой волны;
- электрокардиограф;
- усилители У1 и У2;

- микроконтроллер МК – осуществляет аналого-цифровое преобразование сигналов, идущих с датчика пульсовой волны и электрокардиографа, формирование пакета данных и последующую их передачу на ПК;
- интерфейс МК < - > ПК – служит для связи микроконтроллера с последовательным портом ПК.

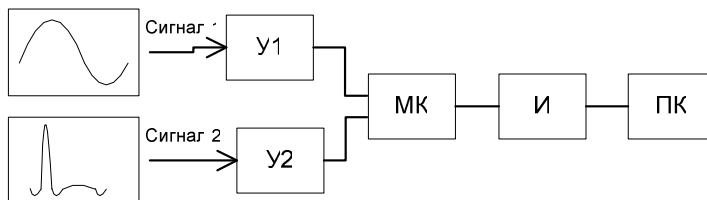


Рис. 1. Блок-схема устройства

Система не использует потенциально опасные для человека напряжения (цифровая часть работает от источника + 5–12 В), что исключает возможность получения обследуемым или окружающими лицами серьезного ущерба здоровью в какой-либо нештатной ситуации при использовании системы.

Более подробно данные компоненты будут рассмотрены ниже в составе индивидуальных блок-схем.

Базой устройства является 8-разрядный микроконтроллер серии AVR Atmel ATmega8-16PU [4], содержащий: быстрый RISC-процессор, два типа энергонезависимой памяти (Flash-память программ и память данных EEPROM), оперативную память RAM, порты ввода/вывода и различные периферийные интерфейсные схемы.

Выбор данного микроконтроллера обусловлен его низкой стоимостью и хорошими функциональными возможностями в отличие от конкурентов, находящихся в данном ценовом диапазоне (в частности, микроконтроллер PIC16C72 компании «MicroChip» имеет куда более скромные функциональные возможности, при куда более высокой цене), что особенно важно – микроконтроллер не требует дорогого программатора и имеет встроенный последовательный интерфейс.

Также микроконтроллер отвечает за формирование пакета данных, формат которого представлен ниже:

Идентификатор пакета 1 байт	Данные 20 байт
-----------------------------	----------------

Датчик пульсовой волны основан на пьезоэлектрическом эффекте. Принцип его действия заключается в следующем: приемником пульса при записи сфигмограммы в данном датчике служит стандартная воронка, которая накладывается на сонную, лучевую, бедренную или другую артерию в месте их отчетливой пульсации. Воронку фиксируют рукой, специальным бинтом или с помощью штатива. Пульсоприемник воспринимает колебания сосудистой стенки на ограниченном участке. Эти колебания вызывают смещения воздушного столба в резиновой трубке, соединяющей воронку с датчиком, преобразующим давление в электрический ток или оптический сигнал, который записывается регистрирующим устройством.

Основные характеристики:

1. Принцип действия	Пьезоэлектрический эффект
2. Чувствительный элемент	Кварцевая пластина
3. Импеданс на частоте 1 Гц	2,5 мОм
4. Чувствительность	300 мкВ / 0,1 Па $\pm$ 20 %
5. Нижняя частота на R нагр. = 10 мОм	0,25 Гц
6. Верхняя частота	100 Гц
7. Провод	Коаксиальный кабель
8. Длина провода	2 м
9. Соединительный разъем (вилка)	MINIDIN 4
10. Масса с защитным чехлом	11 г

Для усиления сигнала, идущего с датчика, используется операционный усилитель (рис. 2), построенный на базе микросхемы OP297 (Dual Low Bias Current Precision Operational Amplifier) компании Analog Devices [1, 2, 3].

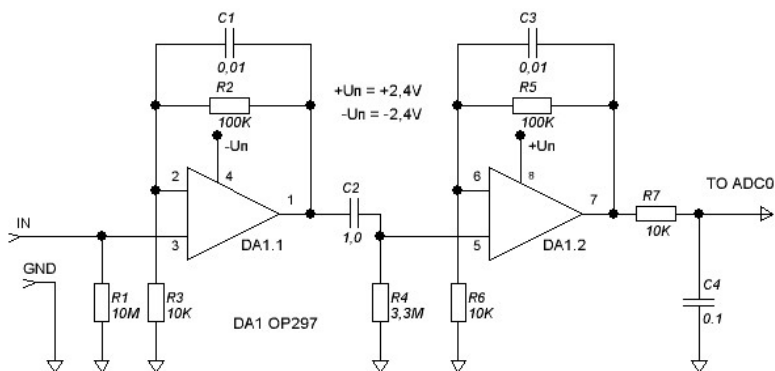


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема усилителя сигнала с датчика АП

Основным преимуществом данной микросхемы является то, что в ней реализовано сразу два усилителя, что позволяет уменьшить размеры монтажной платы и существенно упростить ее разводку.

Регистратор ЭКГ (рис. 3) состоит из контактных электродов, предназначенных непосредственно для снятия сигналов, и усилителя сигналов, построенного на базе микросхемы AD620A и OP97, компании «Analog Devices». AD620A и OP97 называются инструментальными операционными усилителями. Инструментальные усилители имеют высокую CMRR (высокую степень подавления синфазных помех), что означает способность к дифференциальному усилению сигнала на входах «+» и «-».

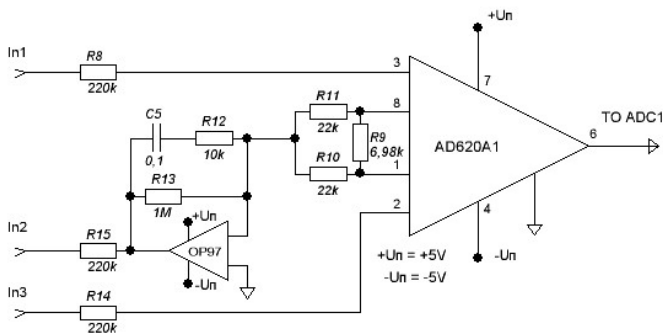


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема усилителя сигнала с электродов ЭКГ

В качестве интерфейса связи с компьютером используется последовательный порт. В качестве драйвера RS232 выступает микросхема серии MAX232 (рис. 4), производства компании «Maxim Semiconductor».

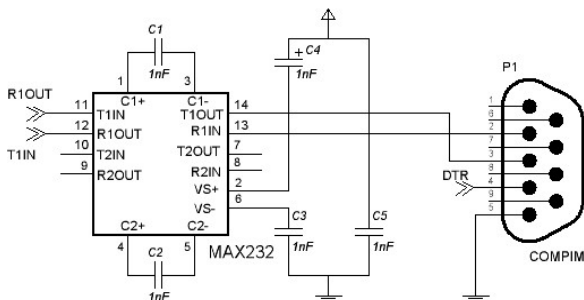


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема моста МК-ПК

Выбор данной микросхемы обусловлен, прежде всего, ее простой интеграцией с микроконтроллером, а также тем, что она требует минимальной электрической обвязки и имеет внутренний преобразователь напряжения +5 В -> + 12 В. Ниже приведены ее полные характеристики:

Количество приемников/передатчиков	2/2
Скорость передачи, кбит/с	220
Напряжение питания, В	5
Количество внешних конденсаторов	4
Тип корпуса	SO16, DIP16
Температурный диапазон, °С	-40...+85
Номинальная емкость внешних конденсаторов, мкФ	0,1

Рассмотренная в данной работе автоматизированная система сбора биомедицинских сигналов является достаточно перспективной. Она позволяет вести наблюдение и сбор данных в режиме реального времени, в любое удобное время. Данная система вследствие своих малых размеров компактна и не привязана к системам центрального энергоснабжения – все, что нужно для ее подключения, это персональный компьютер. Важно отметить то, что себестоимость данной системы несоизмеримо меньше специализированных систем подобного рода, это позволяет использовать ее всем желающим в рамках ограниченного финансирования, тем самым обеспечив медицинские учреждения доступной и в то же время достаточно точной и надежной системой диагностики заболеваний сосудистой системы человека.

### Библиографический список

1. URL: <http://www.analog.com/ru/other/militaryaerospace/op97/products/product.html>.
2. URL: <http://www.analog.com/ru/other/militaryaerospace/ad620/products/product.html>.
3. URL: <http://www.analog.com/ru/amplifiers-and-comparators/operational-amplifiers-op-amps/op297/products/product.html>.
4. URL: <http://www.atmel.com>.
5. Файзрахманов Р.А., Кычкин А.В. Автоматизированная система дистанционного сбора и обработки информации с датчиков пульсовой волны // Автоматизированные системы управления и информационные технологии: матер. Всерос. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь, 2006.



## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ

**Студент гр. КРЭС-04-1 ПГТУ А.А. Гаркушин,**  
научный руководитель: начальник КБ электроники  
«ОАО ПНППК» *А.И. Истомин*

В настоящее время стремительными темпами развивается технология изготовления радиоэлектронных компонентов и приборов на их основе. Эти компоненты превосходят существующие как по техническим характеристикам, так и по массогабаритным показателям и зачастую являются более технологичными в производстве, что снижает затраты на их производство, удешевляя тем самым конечный продукт. Поэтому своевременная модернизация существующих схем и конструкторских решений необходима для 100 %-ного использования современных технологий.

Развитие систем стабилизации, ориентации и навигации летательных аппаратов (ЛА) выдвигает перед разработчиками гироскопов сложные научно-технические задачи. При заданной точности гироскопа (0,01...0,1 /ч) необходимо получить минимальное время их готовности, габаритные размеры, массу, себестоимость. Это привлекло к поиску новых конструктивных решений при проектировании гиросистем и созданию вибрационных, лазерных, электростатических и других гироскопов.

Использование современных датчиков будет нецелесообразным без модернизации блоков электроники. Поэтому задачей нашего отдела является разработка нового интегрального измерительного модуля (ИИМ) с применением новых схемотехнических решений на базе современных технологий.

В интегральном измерительном модуле в качестве чувствительных элементов используются динамически настраиваемые гироскопы КИНД 05-089.

Отличительной особенностью данной конструкции является применение малогабаритного двухколенчатого симметричного подвеса. Упругие элементы образованы перемычками, минимальная толщина которых 36 мкм.

Для создания управляющих моментов в приборе установлен датчик момента.

Одним из основных требований, предъявляемых к разработке ДУС, является обеспечение возможности измерения угловых скоростей в диапазоне от  $-60$  до  $+60$  град/с.

В качестве гироскопических датчиков угловой скорости используются динамически настраиваемые гироскопы (ДНГ) с внешними связями, налагаемыми на ротор гироскопа с помощью каналов регулирования, состоящих из датчиков угла гироскопа, усилителей обратной связи и датчиков момента гироскопа, и создающими на роторе гироскопа моменты, связанные определенной функциональной зависимостью с углами отклонения роторов относительно корпуса.

Датчики момента при такой схеме обратных связей обеспечивают отслеживание прецессирующим ротором ДНГ положения корпуса прибора.

На каждом динамически настраиваемом гироскопе реализуется двухканальная система обратной связи.

Одним из наиболее важных звеньев в блоке ИИМ является блок усилителя-дискриминатора. Усилитель-дискриминатор осуществляет усиление, фазочувствительное выпрямление и частотную коррекцию сигналов с датчика угла гироскопа по двум осям гироскопа и вырабатывает на выходе ток, подаваемый в обмотки двух датчиков момента.

Замыкание одного из каналов обратной связи практически не изменяет запасов устойчивости контура. В то же время параметры регулятора второго канала сказываются на коэффициенте относительного затухания нутационных колебаний. При одновременном замыкании обоих каналов обратной связи с одинаковыми динамическими характеристиками регуляторов постоянная времени затухания нутаций уменьшается в два раза.

При изменении положения гироскопа возникает эффект прецессии. Возникшие колебания в датчике индуктивного типа после преобразования поступают в обратную связь для создания управляющих компенсирующих моментов. Система обратной связи в составе ИИМ с разработанным усилителем-дискриминатором является устойчивой и имеет запас по фазе и амплитуде.

Модернизация позволила нам улучшить входные и выходные характеристики интегрального измерительного модуля (ИИМ), уменьшить потребляемый ток и мощность прибора, а также снизить габаритные размеры и массу изделия.

## **БЕСКОНТАКТНЫЙ ВЛАГОМЕР**

**Студент гр. КРЭС-04-1 ПГТУ М.В. Тиунов,**  
научный руководитель: канд. техн. наук, доцент  
кафедры КРЭС ПГТУ *А.С. Патрикеев*

При измерении влажности листовых материалов на конвейере широко применяются влагомеры сверхвысоких частот (СВЧ). Для этого в качестве генераторов используются клистроны или магнетроны.

В докладе представлены результаты разработки влагомера СВЧ на базе лавинно-пролетного диода (ЛПД), требующего значительно меньшего питающего напряжения и более высокой долговечности в работе. Выбранный тип ЛПД обеспечивает генерацию электромагнитной энергии на частоте 10 ГГц, что дает возможность применять стандартные волноводы и аттенюаторы. Проведен теоретический анализ взаимодействия электромагнитного поля с влажным материалом. Удельная проводимость материала, зависящая от его влажности, была исследована экспериментально в широком диапазоне влажности, соответствующем процессу формирования гипсокартонной ленты.

Результаты анализа показали, что коэффициент затухания мощности электромагнитного поля как функции от влажности материала имеет высокую чувствительность на всем диапазоне влажности.

Для формирования диаграммы направленности выполнен расчет параметров рупорных передающей и приемной антенн, с учетом требований по площади контроля исследуемого материала, а также расстояния между несущими роликами конвейера. Незначительная интенсивность и разброс боковых лепестков диаграммы направленности позволяют осуществлять безопасную эксплуатацию влагомера в цеховых условиях.

Приемный тракт влагомера разработан на основе стандартной детекторной камеры, которая входит в состав антенно-фидерного устройства для приема сигнала СВЧ после прохождения электромагнитной волны сквозь контролируемый материал.

Для регулирования режима работы и согласования с антеннами предусмотрены типовые согласующие элементы антенно-фидерных устройств в виде короткозамыкающих плунжеров и индуктивно-емкостных диафрагм.

Разработанный влагомер СВЧ предназначен для измерения влажности гипсокартонных листов на конвейере перед входом в сушилку. Непрерывный контроль за влажностью листов позволяет более эффективно регулировать процессы как формовки, так и сушки, что дает возможность повысить технико-экономические показатели оборудования.

## **ДИЭЛЬКОМЕТРИЧЕСКИЙ ВЛАГОМЕР С ДВУМЯ ТИПАМИ ДАТЧИКОВ**

**Студент гр. КРЭС-04-1 ПГТУ Р.Х. Шайхиев,  
научный руководитель: канд. техн. наук, доцент  
кафедры КРЭС ПГТУ А.С. Патрикеев**

Задача экспресс-контроля влажности при изготовлении многих материалов является весьма актуальной. Известные электронные влагомеры продолжают совершенствоваться на основе новой элементной базы.

В докладе предлагается разработанный диэлькометрический влагомер для экспресс-контроля влажности гипсокартонных листов в лабораторных условиях и на выходе сушильной установки.

Контролируемый материал представляет собой трехслойный диэлектрик с активными потерями. Для исследования чувствительности датчика предложена эквивалентная схема емкостного конденсатора, на основе которой получена формула диэлектрической проницаемости гипсокартонных листов с учетом проводимости отдельных компонентов. Это дало возможность оценить влияние толщины гипсового сердечника на точность и диапазон измерения влажности.

Принцип работы влагомера основан на дифференциальном методе измерения разностной частоты. Опорный и рабочий генераторы собраны по трехточечной схеме. Высокая стабильность частоты опорного генератора обеспечивается кварцевым резонатором.

Влагомер имеет два датчика. Плоскопараллельный датчик используется для экспресс-контроля влажности в лабораторных условиях, когда происходит отбор образцов с конвейера сушилки.

Компланарный датчик дает возможность контролировать влажность гипсокартонных образцов на конвейере сушильной установки.

Схема цифровой индикации собрана на микросхеме 564ИД4 и АЛ324А и фиксирует результат измерения тремя разрядами, что позволяет измерять выходную влажность с точностью до сотых долей процента.

Кроме цифровой индикации в разработанном влагомере имеется аналоговый выход. Это дает возможность применять влагомер в системах автоматического регулирования процессом сушки.

**Секция 2**

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ  
СИСТЕМЫ И СЕТИ**

## ПРОТОКОЛ СИНХРОНИЗОВАННОГО СБОРА ДАННЫХ С ДАТЧИКОВ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ

Студенты гр. ЭВТ-07 ПГТУ Е.И. Андреев, А.А. Темичев,  
научный руководитель: старший преподаватель  
кафедры ИТАС ПГТУ А.В. Кычкин

**Ключевые слова:** протокол, беспроводная сеть, датчик пульсовой волны, синхронизация сбора данных, временная диаграмма.

Сбор данных с беспроводных датчиков пульсовой волны целесообразно базировать на протоколе канального и сетевого уровней, который позволит реализовать динамическое включение/выключение узлов-датчиков из сети [1].

Реализация протокола синхронизированного сбора данных основана на трех временных диаграммах, обусловленных появлением спорадической задачи при подключении датчика к функционирующей сети, на которую будут затрачены временные ресурсы, что повлечет за собой изменение временной диаграммы работы датчиков [2]. Изменится временная диаграмма и после того, как из системы будет извлечен работающий датчик, поскольку в данном случае, аналогично предыдущему, система будет перестраиваться, что, в свою очередь, вызовет расход временных ресурсов.

В результате анализа системы сбора данных выделены следующие ее состояния:

- 1) штатное состояние без дополнительных задач;
- 2) добавление датчика и перенастройка системы. Изменение количества таймслотов между синхронизациями с целью выделения таймслота для отправки сообщения новым датчиком, время перехода из одного состояния в другое узлами перед синхронизацией, а также назначения новому датчику сетевого имени узлом-«стоком» (мастером);
- 3) отказ системы в добавлении нового датчика, если превышен лимит максимально возможного количества датчиков;
- 4) удаление датчика из системы. Система перенастраивается, освобождается сетевое имя удаленного датчика, уменьшается количество таймслотов между синхронизациями, изменяется порядок следо-

вания отправки сообщений от узлов-датчиков, на основе того, какой датчик удален.

Рассмотрим далее состояния более подробно. 1-е состояние системы – штатная работа.

Временная диаграмма представлена на рис. 1. В нее добавляется еще 1 таймслот после синхронизации для дополнительных действий, которые будут описаны далее.

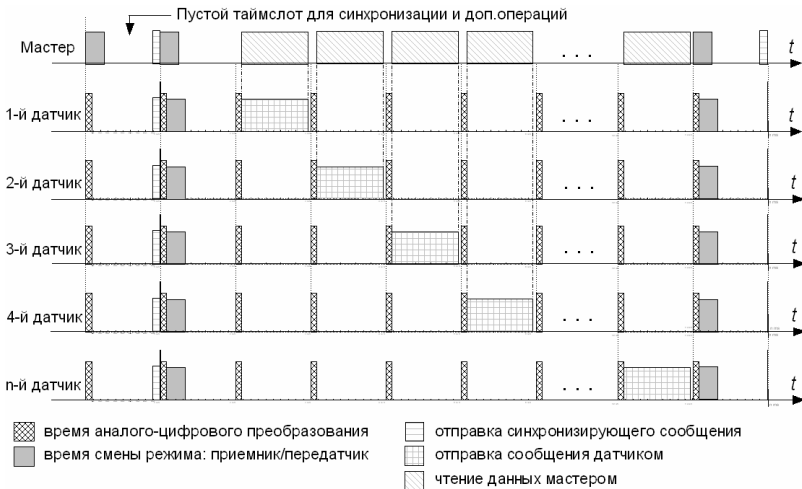


Рис. 1. Временная диаграмма 1-го состояния системы (штатная работа)

2-е состояние системы – добавление датчика. После того как подключается датчик в функционирующую систему (рис. 2), он переходит в режим «прослушки» и ждет, когда узел-«сток» отправит синхронизирующее сообщение. После синхронизации нового датчика датчику необходимо сообщить узлу-«стоку» информацию о своем присутствии в системе, для того чтобы узел-«сток» отправил данные, которые необходимы для перенастройки сети. В этом случае используется пустой таймслот, отмеченный на рис. 1. Для перестройки системы необходимо:

1. Узлам-датчикам знать новое количество датчиков в системе, для того чтобы корректировать время отправки сообщений узлу-«стоку» и время перехода всех узлов-датчиков в состояние приема сообщений перед синхронизацией системы.

2. Новому узлу-датчику знать параметры, которые описаны в п. 1, а также необходимо установить свой сетевой номер для идентификации сообщений узлом-«стоком».

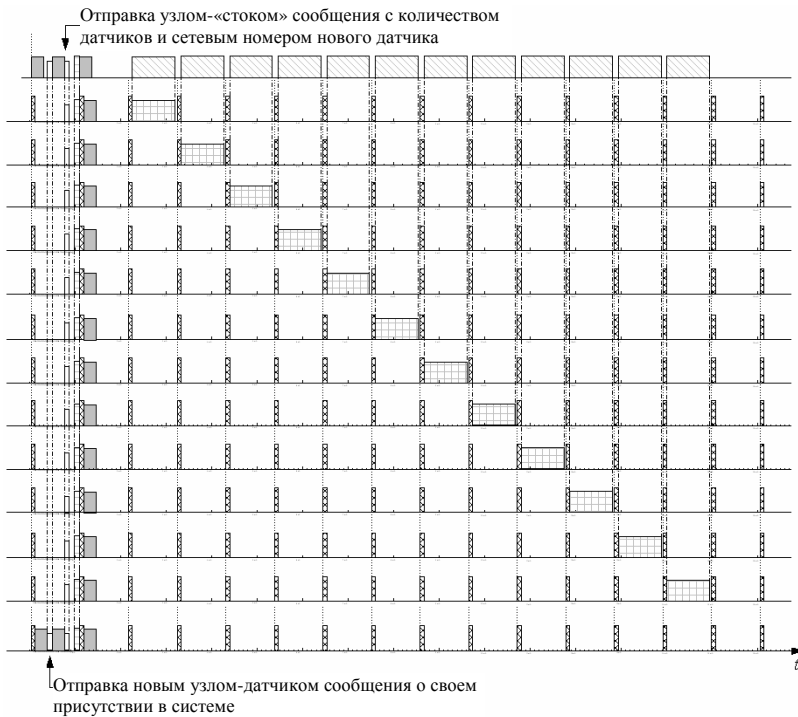


Рис. 2. Временная диаграмма типа 2-го состояния системы (добавление нового датчика)

Форматы сообщений, которыми обмениваются узлы в новом таймслоте:

1. Сообщение, отправляемое от нового узла-датчика: 7 байт – заголовок сообщения, 2 байта – CRC (проверка четности), 3 байта – содержимое пакета (команда нового датчика – «new»).

2. Сообщение, которое отправляет узел-«сток» после принятия сообщения от нового узла-датчика: 7 байт – заголовок сообщения, 2 байта – CRC (проверка четности), 2 байта – содержимое пакета. В содержимом 1-й байт будет количество датчиков в системе, а 2-й байт – сетевой номер, который присваивается новому узлу-датчику.



Последнее сообщение содержит информацию как для нового датчика, так и для всех остальных датчиков. Это сделано из соображений экономии времени в передаче информации, так как таймслот с обменом сообщений между узлом-«стоком» и узлом-датчиком является критичным ко времени.

3-е состояние системы. Отказ системы в добавлении нового датчика появляется, если при добавлении нового датчика в систему превышает лимит количества узлов-датчиков в системе. В данном случае необходимо, чтобы узел-«сток» отказывал в добавлении нового датчика. Временная диаграмма будет отличаться от предыдущей временной диаграммы только тем, что от узла-«стока» не будет ответа на запрос нового датчика в добавлении его в систему.

4-е состояние системы. Удаление нефункционирующего датчика из системы возникает, когда узел-датчик перестает отправлять сообщения с данными (рис. 3).

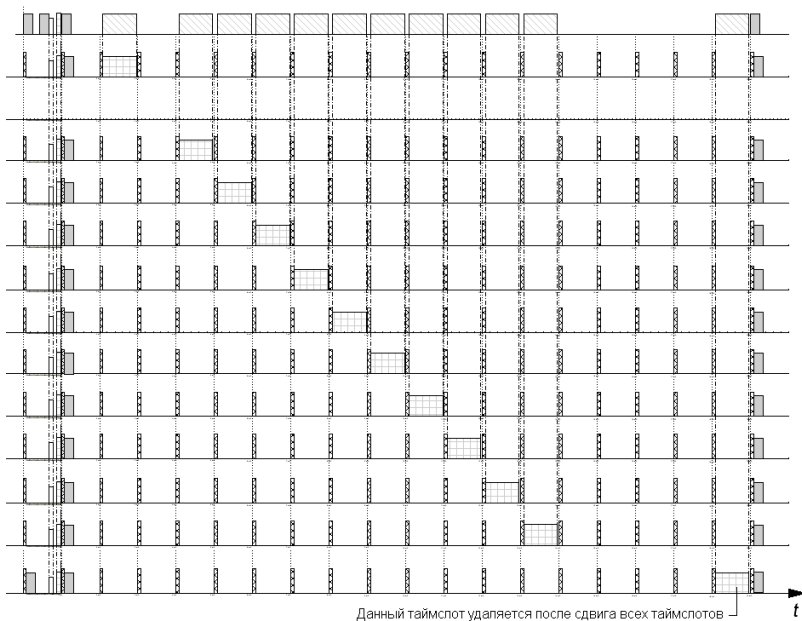


Рис. 3. Временная диаграмма 4-го состояния системы (перенастройка системы после удаления датчика)

В данном состоянии, как и во 2-м, узлу-«стоку» необходимо произвести конфигурационную перенастройку сети. При удалении датчика производить перенастройку сети более проблематично, чем при добавлении датчиков. Рассмотрим один из вариантов перестройки системы после удаления одного датчика.

Для того чтобы система перенастроилась после удаления датчика, необходимо произвести поочередно с каждым датчиком переопределение его времени отправки накопленной информации от АЦП преобразований, т.е. после каждой синхронизации в дополнительном тайм-слоте узлу-«стоку» необходимо отправлять информацию о датчике, время отправки которого нужно поменять, и номер таймслота, в котором он будет производить отправку накопленных данных. Данное действие нужно повторять до тех пор, пока пустой таймслот не окажется самым последним, т.е. перед таймслотом, в котором датчики меняют состояние перед синхронизацией. Когда пустым станет последний таймслот, узел-«сток» отправляет в дополнительном тайм-слоте сообщение всем датчикам, которое сокращает количество тайм-слотов в системе.

Данный вариант перестройки системы после удаления датчика из нее сохраняет работоспособность системы и одновременно ее перенастраивает, т.е. не происходит остановки работоспособности системы.

Формат сообщения, которое отправляется от узла-«стока» узлу-датчику, в дополнительном таймслоте: 7 байт – заголовок сообщения, 4 байта – содержимое сообщения (кодированное слово «del» и сетевой номер датчика), 2 байта – CRC.

После того как пустой таймслот станет последним, узел-«сток» отправляет следующее сообщение в систему: 7 байт – заголовок сообщения – 4 байта – содержимое сообщения (кодированное слово «cts» – count time slot, и число таймслотов в системе).

Расчет характеристик системы проведен согласно [3] на основании следующих характеристик таймслотов: частота измерений – 1 кГц, размер измерения – 1 байт. Определено также максимальное количество узлов-датчиков в сети  $n \leq 100$ . Время, на которое могут отклониться датчики, должно быть меньше, чем время АЦП и свободное в таймслоте время. Получена оценка при максимальном количестве датчиков  $T_{[E_{\max}]}$  = 80 мкс. Также определено максимальное количество таймслотов между отправками сообщений в сети с данной архитектурой и с заданными параметрами:  $N_{[TS]} = 45$ .

Предложенный протокол является гибким и самонастраиваемым, что гарантирует высокую степень масштабируемости системы синхронизированного сбора данных, т.е. при изменениях в архитектуре при удалении или добавлении датчиков характеристики системы будут настраиваться автоматически без остановки.

Данный протокол требует предварительных настроек датчиков и узла-«стока», заключающихся в программировании обработчиков сообщений, которые возникают при определенных событиях (удаление, добавление датчиков), также рассчитаны частные характеристики системы при заданной ошибке накопления времени в датчиках.

### **Библиографический список**

1. Бертсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных: пер. с англ. – М.: Мир, 1989.
2. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов: пер. с англ. – М.: Мир, 1989.
3. Мартин Дж. Вычислительные сети и распределенная обработка данных: программное обеспечение, методы и архитектура. – Вып. 1. – М.: Финансы и статистика, 1985.

## **АЛГОРИТМ СБОРА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СЕТЯХ С РАЗДЕЛЕНИЕМ ВРЕМЕНИ ПРИ ДОСТУПЕ К СРЕДЕ ПЕРЕДАЧИ**

**Студенты гр. ЭВТ-07 ПГТУ Е.И. Андреев, А.А. Темичев,**  
научный руководитель: старший преподаватель  
кафедры ИТАС ПГТУ *А.В. Кычкин*

**Ключевые слова:** алгоритм, временная диаграмма, сбор данных, пакет передачи данных, временное разделение доступа.

Проведение эффективных исследований и экспериментов является актуальной задачей современных измерительных и диагностических систем. Несомненно, что одним из важных аспектов при решении этой задачи является применение мобильных технических средств. Мобильность оборудования позволяет исследовать элементы

и подсистемы подвижных объектов, но к таким устройствам предъявляются более жесткие требования, чем к стационарным приборам. Мобильное устройство должно быть надежным, энергонезависимым, осуществлять сбор достоверных данных в режиме реального времени.

Таким образом, разработка алгоритмов сбора данных в системах, построенных на основе сетей беспроводных датчиков, отвечающих выделенным требованиям к мобильным устройствам, является актуальной технической задачей.

В ходе разработки микропроцессорной системы сбора биомедицинских сигналов был определен формат пакета данных, передаваемый прикладной программе в персональный компьютер, с целью последующей обработки (рис. 1).

1 байт	1 байт	1 байт	20 байт
Номер пакета данных	Идентификатор принадлежности пакета данных каналу АЦП	Размер пакета данных	Данные

Рис. 1. Формат пакета, передаваемого прикладной программе по UART

В состав пакета данных, изображенного на рис. 1, входят: 1) номер пакета данных – позволяет отслеживать потерю пакетов данных при передаче; 2) идентификатор принадлежности каналу аналого-цифрового преобразователя – позволяет программе ПК определить, информация какого канала АЦП находится в пакете; 3) размер пакета – позволяет контролировать целостность пакета; 4) данные – информация с каналов АЦП, каждый пакет несет 20 АЦП-преобразований, соответствующих определенному каналу АЦП.

Временная диаграмма работы модулей системы приведена на рис. 2:

- 1) Master – ПК;
- 2) Slave1 – данные, снятые с первого канала АЦП;
- 3) Slave1 – данные, снятые со второго канала АЦП.

При включении устройства начинается аналого-цифровое преобразование. По окончании его результат (8 бит) записывается в пакет данных. Данное событие происходит каждую миллисекунду в течение 20 мс до полного заполнения пакета данными с первого канала АЦП. После этого в течение 1 мс происходит передача пакета данных

на ПК и переключение канала АЦП, и описанные выше действия повторяются. Такая схема передачи данных обусловлена наличием в МК ATmega8 одного АЦП, вследствие чего становится невозможным выполнение одновременного АЦП с нескольких каналов.

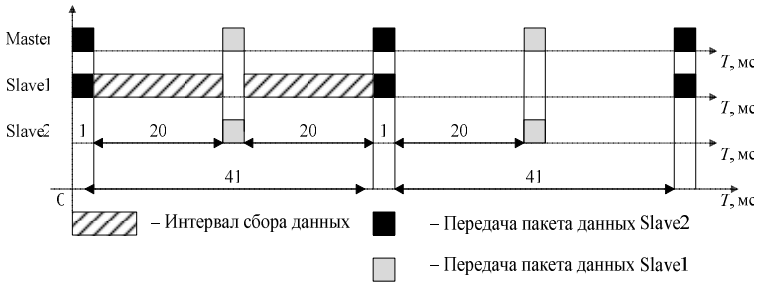


Рис. 2. Временная диаграмма передачи данных

Как видно из временной диаграммы, все протокольные операции ограничены размером 1 мс. Поэтому необходимо гарантировать, чтобы все производимые беспроводным модулем действия укладывались в этот интервал. На рис. 3, 4 показаны временные затраты для каждой операции.



Рис. 3. Распределение времени работы Slave1, Slave2 в режиме измерения

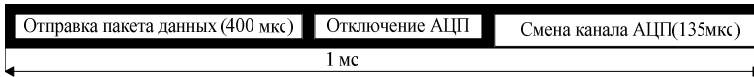


Рис. 4. Распределение времени в режиме отправки данных

Такие операции, как запуск, отключение АЦП, сохранение его результатов, требуют гораздо меньшего времени из-за небольшой алгоритмической сложности и высокой тактовой частоты микроконтроллера (16 МГц), и поэтому при оценке ими можно пренебречь.

Рассмотрев формат реализации пакета данных и временную диаграмму передачи данных, рассмотрим полный алгоритм работы микроконтроллерной части устройства (рис. 6, 7).

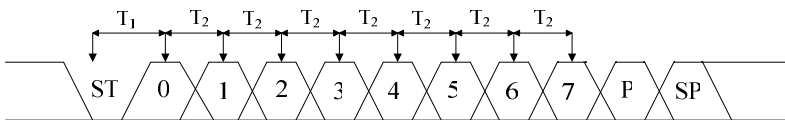


Рис. 5. Формат кадра



Рис. 6. Блок-схема алгоритма работы микропроцессорного модуля

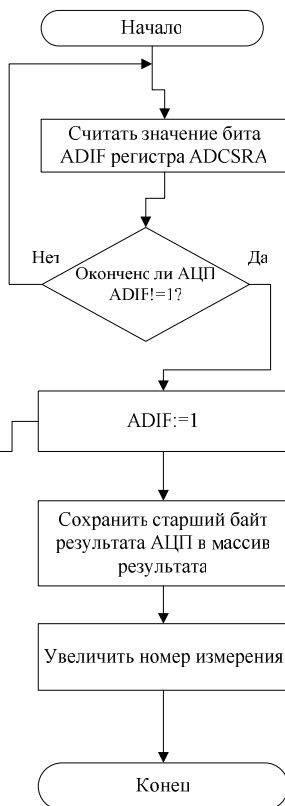


Рис. 7. Блок-схема алгоритма сохранения результата АЦП

В состав алгоритма входят следующие функциональные блоки:

- 1) инициализация таймера и разрешение прерываний – в данном бло-

ке происходит установка таймера и разрешается прерывание по таймеру, происходящее каждую миллисекунду; 2) передать пакет с измерениями – в данном блоке происходит передача пакета данных по интерфейсу USART в ПК (рис. 5).

На рис. 5 показаны: 1) ST – старт-бит; 2) P – бит паритета; 3) SP – бит стоп-бит.

В словесном изложении работу USART можно описать следующим образом: вначале передатчик устанавливает на линии сигнал низкого уровня – это старт-бит, при этом приемник выжидает интервал  $T_1$  и считывает первый бит, потом через интервалы  $T_2$  считываются остальные биты. Последний бит – это стоп-бит, сигнализирующий о завершении передачи.

Таким образом, на основании анализа протоколов передачи данных сформулирована содержательная постановка задачи создания алгоритма сбора данных, в результате реализована временная диаграмма, позволяющая оценить задержки и интервалы работы функциональных компонентов программного обеспечения и организации передачи данных, а также построена блок-схема алгоритма работы микропроцессорного модуля, позволяющая реализовать программное обеспечение для конкретной беспроводной системы сбора данных.

### **Библиографический список**

1. URL: [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/2486S.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/2486S.pdf).
2. Файзрахманов Р.А., Кычкин А.В. Автоматизированная система дистанционного сбора и обработки информации с датчиков пульсовой волны // Автоматизированные системы управления и информационные технологии: матер. Всерос. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь, 2006.

## **СТРУКТУРИРОВАННАЯ КАБЕЛЬНАЯ СЕТЬ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ**

**Студент гр. КРЭС-04 ПГТУ А.Н. Черепков,**  
научный руководитель: директор ООО «Компьютерная  
техника и технологии» *А.М. Королев*

Современное здание, в котором люди работают, буквально «опутано» кабелями разного вида и назначения. Во-первых, это – кабели для обеспечения здания электричеством и, во-вторых, – кабели для слаботочных телекоммуникационных инженерных систем здания: телефонной связи, охраны и сигнализации, ЛВС и т.п.

Для обеспечения всех инженерных телекоммуникационных систем здания необходимыми кабелями возможны два пути:

- для каждой системы проложить по зданию свои кабели;
- создать в здании единую кабельную систему, которая, будучи единственной, позволит обслуживать активное оборудование всех инженерных систем.

Кабельная система, поддерживающая всевозможные информационные системы: компьютерные, телефонные и телевизионные сети, системы пожарной и охранной сигнализации, разделенная на несколько уровней в зависимости от функционального назначения и расположения ее компонентов, получила название «структурированная кабельная система» (СКС). СКС представляет собой комплекс, в который входят кабель, коннекторы, соединительные шнуры, кросс-панели, информационные розетки и другое оборудование [1].

Преимущества СКС над обычными кабельными системами:

- для передачи данных, голоса и видеосигнала используется единая кабельная система;
- использование универсальных розеток на рабочих местах позволяет подключать к ним различные виды оборудования;
- оправдывают капиталовложения за счет длительного использования и эксплуатации сети;
- обладают модульностью и возможностями внесения изменений и наращивания без замены всей существующей сети;
- допускают одновременное использование нескольких различных сетевых протоколов;



- не зависят от изменений технологий и поставщика оборудования;
- используют стандартные компоненты и материалы;
- допускают управление и администрирование минимальным количеством обслуживающего персонала;
- позволяют комбинировать в одной сети волоконно-оптический и медный кабель.

В работе даны результаты проектирования структурированной кабельной системы многоэтажного коммерческого здания с офисными помещениями. На базе СКС реализована локальная вычислительная и телефонная сети.

В основу структурированной кабельной системы положена древовидная топология, которую иногда также называют структурой иерархической звезды. Обобщенная структурная схема СКС изображена на рисунке. Узлами структуры является коммутационное оборудование различного вида, которое устанавливается в технических помещениях и соединяется друг с другом оптическими кабелями и с информационными розетками на рабочих местах медным кабелем UTP cat 5e.

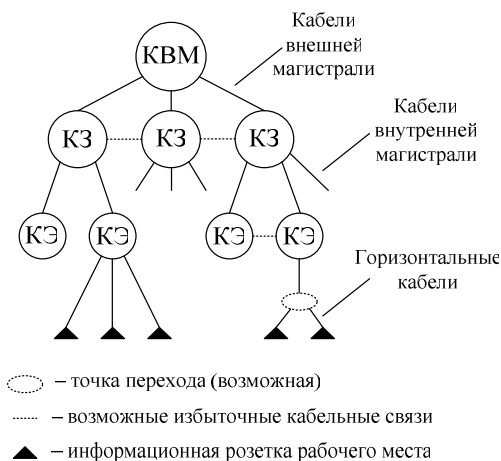


Рис. Структурная схема СКС

В данном проекте СКС реализуется только в одном здании, поэтому будет только одна кроссовая здания (КЗ) и 5 кроссовых этажей

(КЭ), кроссовая внешних магистралей (КВМ) будет объединена с КЗ и размещена в цокольном этаже здания.

На каждом из пяти этажей под офисные помещения отводится около 280 м<sup>2</sup>. Исходя из расчета по 4 м<sup>2</sup> на одно рабочее место, получаем около 350 рабочих мест. Каждое рабочее место оборудуется двумя абонентскими портами типа RJ45 категории 5е, которые могут использоваться как для подключения компьютеров, так и для подключения телефонных аппаратов [2].

Горизонтальная подсистема соединяет подсистему рабочего места с вертикальной подсистемой посредством кабеля типа «неэкранированная витая пара» (UTP) категории 5е. На каждом этаже выделяется техническое помещение для размещения оборудования.

Кабели подсистемы внутренних магистралей связывают между собой коммутационное оборудование, установленное в помещениях кроссовых и аппаратной. Согласно исходным данным по этим кабелям передаются в основном информационные потоки, создаваемые сетевой аппаратурой ЛВС, и телефонные сигналы учрежденческой АТС.

В процессе проектирования административной подсистемы даны рекомендации по выбору типа коммутационного оборудования и схемы подключения устройств, а также выполнен расчет количества устройств коммутационного оборудования и их аксессуаров.

Рассчитано количество и определена длина оконечных, кроссовых и коммутационных шнуров в технических помещениях. Выполнен расчет дополнительных и вспомогательных элементов СКС.

Составлены структурная схема кабельной сети, поэтажные планировки с указанием кабельных трасс, кабельный журнал, схема размещения коммутационного оборудования в монтажных конструктивах, установленных в помещениях кроссовых.

### **Библиографический список**

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2008.
2. Семенов А.Б. Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов. – М.: ДМК Пресс, 2003.

## РЕГИОНАЛЬНАЯ МУЛЬТИСЕРВИСНАЯ СЕТЬ

**Студент гр. КРЭС-04 ПГТУ В.Н. Федоров,**  
научный руководитель: канд. техн. наук, доцент  
кафедры КРЭС ПГТУ *В.В. Киселев*

По мере развития компании обязательно возникает необходимость создания максимально гибкой и эффективной системы управления предприятием, офисными площадками, создания единой системы документооборота, оперативного сбора информации и отчетов со складов и производственных площадок, централизации информационно-финансовых потоков и т.д. Правильное решение этих вопросов позволяет успешно управлять компанией в целом, делает ее гибкой и динамично развивающейся.

Мировой опыт крупных компаний и корпораций говорит о том, что таким решением является создание корпоративной сети передачи данных – системы, обеспечивающей передачу информации между различными приложениями, используемыми в системе предприятия. Корпоративная сеть может быть территориально распределенной, т.е. объединяющей офисы, подразделения и другие структуры, находящиеся на значительном удалении друг от друга.

В данной работе представлен проект построения мультисервисной телекоммуникационной сети регионального сегмента крупного банка.

Анализ существующих способов передачи информации показал, что для построения мультисервисной корпоративной сети в областных центрах наиболее эффективно использовать проложенные в существующей канализации волоконно-оптические линии связи (ВОЛС). Они обеспечивают большую пропускную способность, высокую степень защищенности от внешних и взаимных помех (хорошие электромагнитные и механические характеристики), возможность реализовывать большое число каналов для передачи мультисервисного трафика. Применение технологии SDH на базе кольцевой структуры ВОЛС позволяет обеспечить отказоустойчивую сеть с наименьшим временем защитного переключения с рабочего направления на резервное при повреждении основной магистрали передачи данных, составляющим менее 50 мс.

Анализом существующего и перспективного трафика проектируемой сети определен уровень технологии SDH STM-4. Данный уровень

позволяет реализовать не только необходимое количество потоков E1, но также и получить возможность реализовывать потоки FastEthernet. Скорость передачи данных при STM-1 ограничена 155 Мб/с. Типовая скорость FE составляет 100 Мб/с. Отсюда очевидно, что при использовании STM-1 будут существенные временные задержки в каждом потоке и понижение скорости передачи данных. Кроме того, использование уровня STM-4 позволяет применить технологию EoS (Ethernet over SDH), интеграция которой позволяет приобрести механизмы быстрого восстановления трафика, наличие отработанных средств эксплуатации, администрирования и обслуживания [2].

В качестве каналообразующей аппаратуры выбрана продукция фирмы «Alcatel» – мультиплексоры Alcatel 1642 EMUX уровня STM-4. Данное оборудование поддерживает стандарты передачи FE через SDH, имеет оптический и электрический интерфейсы, позволяет использовать для питания напряжение 220 В или 48 В в зависимости от блока питания.

Структурная схема сети представлена на рисунке.

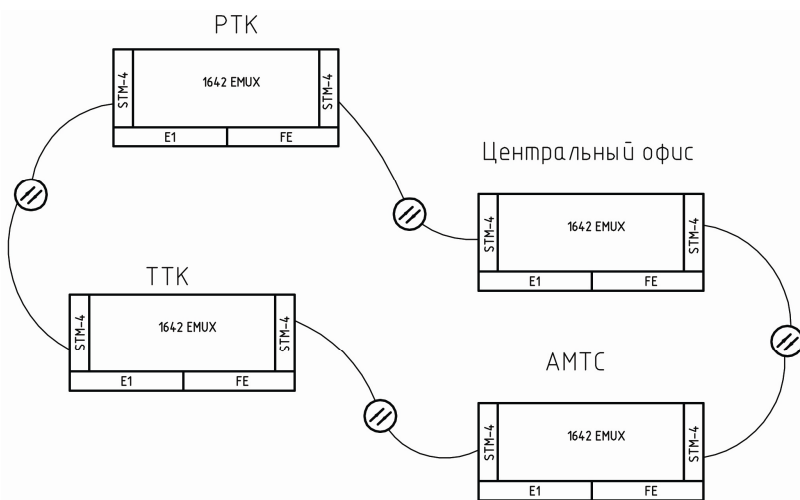


Рис. Структурная схема корпоративной сети

Проектируемая сеть состоит из четырех узлов – центральный офис, узел доступа ОАО «Ростелеком» (РТК), узел доступа внутризоновых каналов на АМТС и узел доступа «Телеком-МК» (ТТК). Пе-

редача данных осуществляется с помощью четырех потоков Е1. Синхронизация осуществляется с помощью сигнала тактовой сетевой синхронизации ОАО «Ростелеком» (2 Мб/с) в основном и резервном направлениях [1]. Помимо этого синхронизация может быть осуществлена за счет внутренних тактовых генераторов мультиплексирующего оборудования.

В качестве среды передачи данных построена кольцевая ВОЛС. Для прокладки по кабельной канализации используется кабель ОПС-016Т16-7,0/0,6, имеющий бронепокров из стальных оцинкованных проволок. В целях пожарной безопасности внутри зданий прокладываются кабели ДПО-016Т04-06-2,0/0,4-Н в негорючей оболочке. Общая длина оптического кабеля, прокладываемого в канализации – 3061 м. Общая длина кабелей, прокладываемых по металлоконструкциям и электротехническим коробам внутри зданий – 527 м.

Для осуществления функции оперативного управления мультисервисной сети, построенной на технологии SDH, используется система сетевого управления, которая позволяет реализовать следующие функции: мониторинг сети, оперативное управление, управление сетью, инвентаризация сети, управление конфигурациями оборудования, сбор статистики. Данная система находится в Центральном офисе.

Таким образом, спроектированная корпоративная мультисервисная телекоммуникационная сеть обладает высокой надежностью и отказоустойчивостью за счет использования ВОЛС и топологии «кольцо»; сеть обладает минимальным временем восстановления, отвечает высоким требованиям по бесперебойному обмену информацией между региональными и внутризоновыми подразделениями, а также обладает единым центром управления, что позволяет контролировать работу сети и своевременно выявлять аварии.

### **Библиографический список**

1. Слепов Н.Н. Синхронные цифровые сети SDH. – М.: Эко-Трендз, 1997.
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2001.

## КОРПОРАТИВНАЯ СЕТЬ УРОВНЯ STM-4

**Студент гр. КРЭС-04 ПГТУ А.А. Радыгин,**  
научный руководитель: канд. техн. наук, доцент  
кафедры КРЭС ПГТУ *В.В. Киселев*

В настоящее время работа какой-либо серьезной компании немислима без сети передачи информации.

В последние годы процесс консолидации и укрупнения российского бизнеса, а также общая тенденция информатизации увеличили потребность предприятий в создании территориально-распределенных корпоративных сетей, объединяющих центральный офис с филиалами, узлами доступа операторов магистральных и внутризональных сетей, узлами доступа в Интернет, расположенных в различных регионах нашей страны.

В работе рассматривается проект территориально-распределенной корпоративной мультисервисной сети регионального отделения крупного банка.

Анализ различных технологий показал, что на данный момент для телекоммуникационных корпоративных банковских сетей SDH является наилучшим решением – в ней сочетаются управляемость ресурсов сети и контроль трафика на любых участках с простотой и эффективностью реализации этих функций. Технология SDH, с использованием кольцевой структуры, обеспечивает наибольшую надежность передачи данных и минимальное время переключения на резерв. Синхронная цифровая иерархия на основе ВОЛС позволяет оптимально использовать емкости каналов, осуществляя оперативную коммутацию цифровых потоков и резервных линий [1].

Гибкость сетей SDH, применение их совместно с волоконно-оптическими системами, имеющими очень большую ширину полосы пропускания и высокое быстродействие квантово-электронных модулей, позволяет осуществлять автоматическую коммутацию цифровых потоков, а также компьютерное дистанционное управление сетью из одного центра.

Анализ существующего и перспективного трафика данных, телефонии и электронной почты показал, что оптимальной для организации сети является сеть SDH уровня STM-4. В этом случае сеть

удовлетворяет требованиям к числу передаваемых потоков E1, обеспечивает высокую скорость передачи данных IP-трафика, а также обладает возможностью гибко распределять полезную нагрузку STM-4 между различными потоками FE. Дальнейшее наращивание пропускной способности с использованием уровня STM-16 уже обладает большой избыточностью по отношению к требованиям технического задания, приводит к существенному повышению стоимости оборудования и является экономически неоправданным.

Сравнительным анализом установлено, что наилучшей аппаратной платформой телекоммуникационной сети является мультиплексирующее оборудование Alcatel 1642EMUX. Данное оборудование имеет оптические и электрические интерфейсы, соответствующие стандартам ITU-T G.707, G.958. Обладает 8 интерфейсами Ethernet 10/100BaseT передачи данными и двумя типами разъемов: RJ-45 и LC. Alcatel 1642EMUX имеет развитую сетевую систему обслуживания на основе технологии SNMP. В оборудовании Alcatel, в зависимости от комплектации блока, возможно питание как от постоянного напряжения 24–48 В, так и от переменного 220 В. Оборудование Alcatel отвечает всем современным требованиям, позволяет строить надежные сети иерархии STM-4.

В качестве физической среды передачи данных выбрана ВОЛС, прокладываемая в существующей и проектируемой канализации регионального оператора связи. Основными достоинствами волоконно-оптической линии связи являются [2]:

- широкая полоса пропускания, позволяющая передавать сигналы со скоростью до десятков Тбит/с и выше;
- низкий уровень потерь сигнала при распространении, позволяющий передавать сигналы без регенерации на расстояние порядка 200–300 км;
- нечувствительность к электромагнитным помехам, позволяющая прокладывать ОК в местах с высоким уровнем таких помех;
- значительная сложность перехвата передаваемых сообщений.

Структурная схема сети представлена на рисунке.

В состав сети входят 5 телекоммуникационных узлов (ТКУ) следующих объектов:

- офис 1 – центральный ТКУ, в котором осуществляется управление сетью;

- офис 2 – осуществляет подключение к выделенной сети спутниковой связи;
- АМТС – осуществляется подключение к основному межрегиональному и внутризональному каналам связи;
- ТТК – осуществляется подключение ко второму межрегиональному каналу связи;
- АТС – осуществляется подключение ведомственной телефонной сети к телефонной сети общего пользования.

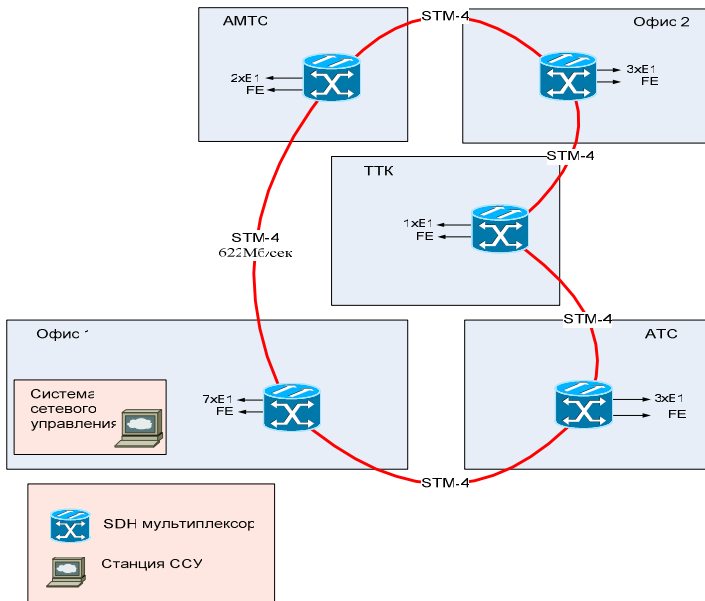


Рис. Структурная схема сети

Взаимодействие телекоммуникационных узлов сети осуществляется посредством передачи по первичной сети 8 потоков E1. Для обеспечения работы SDH-сети каждый ТКУ достаточно оснастить одним оптическим мультиплексором. Синхронизация БПС осуществляется в двух направлениях: основное и резервное. Первичным источником синхронизации является внешний сигнал (2 Мбит/с), получаемый от вторичного задающего генератора (ВЗГ), расположенного в телекоммуникационном узле доступа РТК/АМТС. В случае отказа первичного источника синхронизация осуществляется за счет внутренних тактовых генераторов мультиплексирующего оборудования.



Обязательным компонентом центрального ТКУ, осуществляющим функции оперативного управления сетью SDH, является система сетевого управления (ССУ).

В ССУ реализованы функции мониторинга сети, оперативного управления, инвентаризации сети, управления конфигурациями оборудования и сбора статистики.

Спроектированная сеть обеспечивает организацию надежных, отказоустойчивых высокоскоростных каналов передачи данных между объектами и сетевыми узлами доступа операторов магистральной и внутризоновой сети. Она организует централизованное управление и мониторинг телекоммуникационной инфраструктуры. Данная корпоративная телекоммуникационная сеть полностью позволяет осуществлять обмен телефонной, факсимильной информацией и данными в интересах производственной, плановой и хозяйственной деятельности с подразделениями данного предприятия и его клиентами.

### **Библиографический список**

1. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. – М.: Радио и связь, 2000.
2. Складов О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004.

### **МОДЕМ ДЛЯ РАБОТЫ E1**

**Студент гр. КРЭС-04 ПГТУ М.А. Подойницин,**  
научный руководитель: канд. техн. наук, доцент  
кафедры КРЭС ПГТУ *Д.Г. Тунев*

SHDSL – симметричная высокоскоростная технология, которая является дальнейшим развитием технологии SDSL. Существует ряд разновидностей указанной технологии, из которых одной из наиболее перспективных можно считать G.SHDSL. G.SHDSL позволяет создать стандарт, который обеспечивает совместимость разнотипного оборудования различных поставщиков услуг. В настоящее время G.SHDSL – это единственная симметричная DSL-технология, стандартизованная Международным союзом электросвязи (ITU). Как и любая симметричная xDSL-технология, G.SHDSL ориентирована главным образом на корпоративный сектор, поскольку именно

он нуждается в симметричном доступе – голосовые каналы, удаленный доступ к сети предприятия, подключение к Интернету (веб-серверы) и другие приложения в ряде случаев требуют передачи одинаковых по объему входящих и исходящих потоков [3].

В основу G.SHDSL положены основные идеи HDSL2, получившие дальнейшее развитие. В данной технологии также применяется тип линейного сигнала TC-PAM 16. При кодировании за один тактовый интервал сигнала TC-PAM 16 передается 4 бита, 3 из которых являются информационными битами исходного бинарного сигнала, и формируется сигнал с 16 кодовыми состояниями. Процесс формирования получил название импульсной амплитудно-фазовой модуляции с так называемым решетчатым кодированием (кодированием Треллис, Trellis coded modulation).

Решетчатое кодирование применяется в качестве внутреннего кода микропроцессора, формирующего сигнал TC-PAM 16. Его преимуществами являются повышенная помехозащищенность и снижение задержки сигнала при его обработке. Опыт внедрения указанной технологии показал, что соотношение сигнал/шум возрастает по сравнению с системами передачи, использующими HDSL, на 3–6 дБ.

Данное преобразование позволяет в 16 раз уменьшить скорость передачи, что позволяет, соответственно, в 4 раза увеличить длину регенерационного участка при сохранении нормированных требований к его рабочему затуханию и уровню переходных влияний. Кроме того, при работе по одному многопарному кабелю систем, использующих сигнал TC-PAM 16, и других ЦСП уменьшаются взаимные влияния.

Следует учитывать, что при этом должны неукоснительно выполняться требования ограничения уровня сигнала и подавления его высших гармонических составляющих.

Все это позволяет сделать вывод о перспективности использования TC-PAM 16 в технологии «последней мили». В этом случае два оконечных цифровых устройства обмениваются данными по обычной телефонной линии со скоростью до 2,3 Мбит/с.

Применение системы кодирования TC-PAM и смещения частот для нисходящего и восходящего трафика предоставляет возможность оптимально использовать отведенную полосу частот. Считается, что такой метод модуляции гарантирует почти предельную скорость передачи. В отличие от кодирования 2B1Q или CAP, которые применяются в HDSL, спектр сигнала локализован в более узкой полосе частот ([http://opds.sut.ru/electronic\\_manuals/flexdsl\\_1/1.html](http://opds.sut.ru/electronic_manuals/flexdsl_1/1.html)). Это по-

могает избежать перекрестных помех (при совместной работе на одном кабеле) с оборудованием, функционирующим как по другим DSL-технологиям, так и по самой G.SHDSL.

В G.SHDSL эффективно используется адаптация скорости передачи, которая в этом случае может изменяться с шагом 8 кбит/с от минимальной величины 192 кбит/с до максимального значения 2,32 Мбит/с, при которой становится возможной скорость передачи канала E1. Для этого с помощью специального протокола в процессе установления соединения модемы на обоих концах линии тестируют условия передачи сигнала. Получив результаты тестирования, модемы производят обмен сообщениями и определяют максимальную скорость передачи, допустимую при данных условиях (это особенно важно для определения типа обслуживания передаваемого трафика и формата передаваемых кадров). Максимальная длина соединения (7,5 км при скорости 192 кбит/с и более 3 км при 2,32 Мбит/с) при этом оказывается больше, нежели у других симметричных xDSL-технологий, работающих при тех же скоростях передачи.

Применение эхоподавления обеспечивает полнодуплексную связь при всех значениях скорости передачи. В G.SHDSL предусмотрена возможность использования для передачи информации одновременно двух пар, что позволяет увеличить предельную скорость передачи до 4624 кбит/с и обеспечивает необходимый уровень резервирования. Но, главное, можно удвоить максимальную скорость, причем этого удастся достигнуть при передаче по типовому симметричному кабелю, к которому подключен абонент.

Стандартом ограничена максимальная задержка цифровой информации в канале передачи – она составляет не более 500 мс. Дополнительно снизить задержки в канале можно за счет оптимального выбора протокола. Например, для IP-трафика устанавливается протокол, который позволяет отказаться от передачи избыточной информации.

G.SHDSL в отличие от ADSL и VDSL как нельзя лучше подходит для организации «последней мили». Так, при максимальной скорости передачи группового сигнала он может быть уплотнен 36 голосовыми каналами. Тогда как ADSL, где ограничивающим фактором является низкая скорость передачи от абонента к сети (640 кбит/с), позволяет организовать лишь 9 голосовых каналов, не оставляя места для передачи данных. Еще одна задача, которая успешно решена в G.SHDSL – это снижение энергопотребления оборудования.

Поскольку для дистанционного питания промежуточного и абонентского оборудования используется одна пара, уменьшение его энергопотребления позволяет существенно улучшить эксплуатационные параметры линии.

По сравнению с вариантами построения линии по двухпарной (или четырехпроводной) схеме однопарные варианты обеспечивают существенный выигрыш по аппаратным затратам и, соответственно, надежности изделия. Ресурс снижения стоимости составляет до 30 % для модемов и до 40 % для регенераторов – ведь каждая из пар требует включения в состав аппаратного комплекса приемопередатчика HDSL, линейных цепей, элементов защиты и т.п. Казалось бы, новая технология решает большинство накопившихся проблем, и при ее внедрении спрос на все прочие симметричные DSL-решения исчезнет. Однако большинство специалистов отмечают, что G.SHDSL нельзя рассматривать как полную замену существующих симметричных технологий.

Скорее всего, она является их дополнением. По этой причине в ближайшее время можно считать оптимальным вариантом использование аппаратных платформ, которые могут реализовать возможность использования всех основных технологий в рамках единой системы. Именно они позволят поставщику услуг выбирать для подключения абонента решение, оптимально соответствующее существующим условиям и решаемым задачам. Не надо, наверное, доказывать, что для нормальной работы сети необходимо обеспечить совместимость оборудования различных производителей.

Это, в свою очередь, позволяет оператору и пользователю легко менять поставщика или приобретать абонентское и станционное оборудование от разных производителей. Таким образом, G.SHDSL представляет собой достаточно эффективный и экономичный способ решения проблемы «последней мили», и с помощью этой технологии можно успешно решать различные конкретные задачи [2].

Скорее всего, в своем нынешнем состоянии технология G.SHDSL претерпит изменения – известно, что МСЭ (ITU) и Международный институт стандартов ETSI сейчас работают над спецификацией G.SHDSL.bis, которая позволит увеличить скорость передачи данных по одной паре с 2,312 Мбит/с до 3,840 Мбит/с (улучшенный код модуляции TC-PAM16), а в дальнейшем – до 5,700 Мбит/с (TC-PAM32). При этом в реальных условиях эксплуатации (с учетом действующих на линиях помех, совместной работы с другими системами передачи

и т.п.) дальность работы на максимальной скорости устройств с модуляцией TC-PAM16 должна составлять около 1,7 км (для потока 3,8 Мбит/с), а с модуляцией TC-PAM32 – около 800 м (5,7 Мбит/с).

### **Библиографический список**

1. URL: <http://opds.sut.ru/> (СПб ГУТ кафедра обработки передачи дискретных сообщений).
2. Склад Б. Цифровая связь. – М.: Вильямс, 2007.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2006.

## **МОНИТОРИНГ УДАЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ СВЯЗИ**

**Студент гр. КРЭС-04-1 ПГТУ А.М. Драчев,**  
научный руководитель: зам. директора ЗАО НПЦ  
«Компьютерные технологии» *А.С. Бондаренко*

Блок измерения и контроля должен входить в состав комплекса централизованного мониторинга ЦЕНСОР-М.

Система мониторинга на базе АПК «ЦЕНСОР» полностью решает следующие основные задачи по обеспечению безопасности и технологического мониторинга сетей связи:

### **I. Комплексный контроль и охрана кабельного хозяйства и ЛКС.**

Охрана магистральных и распределительных кабелей и шкафов по свободным и занятым абонентским парам. Оперативное определение мест обрывов кабелей.

### **II. Комплексный технологический контроль и охрана городских и сельских, удаленных и необслуживаемых объектов связи.**

Контроль охранно-пожарной и станционной сигнализации, систем жизнеобеспечения, технологических параметров эксплуатации аппаратуры связи, систем передач и электропитания, вспомогательного оснащения.

### **III. Массовая адресная охрана колодцев кабельной канализации.**

Адресный контроль вскрытия крышек кабельных колодцев.

#### **IV. Технологический учет электроэнергии.**

Сбор информации со счетчиков электроэнергии, расположенных на объектах электросвязи, передача ее в центр по существующим каналам связи и программная обработка данных.

#### **V. Передача информации в центр мониторинга и программное обеспечение.**

Оперативная передача аварийной и технологической информации от объектовых устройств на центральную станцию мониторинга по существующим каналам связи. Программная обработка и хранение информации, распределение ее между пользователями.

Блок предназначается для измерения режимов эксплуатации оборудования, сигнализации об аварийных ситуациях, контроля доступа на контролируемый объект и авторизации персонала, вскрывшего объект. Блок обеспечивает:

- измерение напряжения станционного питания;
- контроль наличия фаз на двух трехфазных вводах;
- контроль наличия фазы на двух однофазных вводах;
- измерение температуры в двух произвольных точках;
- контроль появления открытой влаги в точках расположения чувствительных элементов;
- организацию авторизации и контроля доступа на объект;
- управление штатной сиреной или звуковым оповещателем на напряжение ~220 В при несанкционированном доступе на контролируемый объект;
- контроль восьми дискретных входов на состояние «замкнут» и «разомкнут»;
- трансляцию данных от одного из объектовых устройств комплекса «ЦЕНСОР»;
- опрос подключенных к блоку расширителей входных сигналов и считывание с них информации.

Структурная схема блока показана на рисунке.

Блок разработан на базе микроконтроллера Cugnal.

Датчики температуры и модули расширения (MP) передают информацию по шине данных i2c, разработанную фирмой «Philips». Каждый датчик и модуль имеют свой адрес, что позволяет знать точно, с какого датчика или MP получена информация.

На однофазный и трехфазный ввод подается напряжение питания блока и считывается количество импульсов, поступивших с дат-

чиков. По количеству импульсов за промежутки времени делается вывод о присутствии или пропадании фазы, а также о коротком замыкании или обрыве.

Чувствительные элементы имеют структуру общей шины, а на конце линии устанавливается резистор. Анализируя падение напряжения на данной шине, можно судить о наличии влаги, а также об обрыве линии.

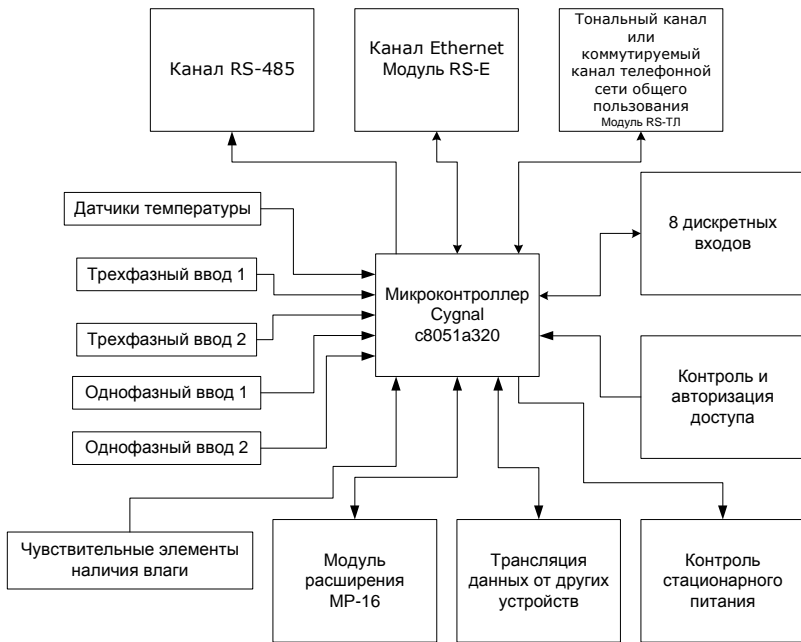


Рис. Структурная схема

В блоке имеется специальный вход для трансляции данных от других устройств. Для трансляции данных необходимо подключить выход RS-485 транслируемого устройства. Данные транслируемого устройства передаются вместе с данными блока.

Для контроля стационарного питания напряжение снимается с делителя напряжения и замеряется микроконтроллером. Имеется также построечный резистор для настройки уровня напряжения.

Для организации контроля доступа на вход блока подключается нормально замкнутый датчик двери. Для организации авторизации

доступа к блоку по линии 1-wire подключается считыватель ключей Touch Memory со светодиодным индикатором.

Передача информации может осуществляться по каналу RS-485, тональному каналу или каналу Ethernet. Для передачи по каналу RS-485 используется микросхема преобразования UART интерфейса в RS-485. А для передачи информации по тональному каналу или по каналу Ethernet используются специальные модули, которые принимают информацию от микроконтроллера по интерфейсу UART, а все последующие операции по приему и передаче информации они осуществляют самостоятельно.

Контроль напряжения станционного питания позволяет дистанционно распознавать неисправности электропитающих установок (ЭПУ), аккумуляторных батарей (АКБ) и прочих важных узлов станционного питания на необслуживаемых объектах, предотвращать остановку станций из-за сбоев в системах питания.

Дистанционный контроль климатических условий обеспечивает устойчивую работу станционной аппаратуры, позволяет вовремя реагировать на резкое повышение или понижение температуры в помещении.

Предотвратить затопление станции или важной аппаратуры, избежать тяжелейших последствий затопления и вовремя принять меры к устранению его причин позволяет контроль затопления.

Контроль однофазных и трехфазных питающих вводов позволяет вовремя реагировать на пропадание напряжения на первичных питающих вводах ЭПУ станции (~220 В либо ~380 В), предпринимать меры к устранению неисправностей или переходить на резервный (альтернативный) источник питания до разряда станционных батарей.

Контроль доступа на объект с функциями пульта охранно-пожарной сигнализации (ОПС) (постановка/снятие) позволяет диспетчеру системы ЦЕНСОП круглосуточно наблюдать оперативную картину доступа на различные объекты сети, фиксировать время открытия и закрытия объектов, предотвращать несанкционированный доступ, отслеживать время работы на объекте персонала электросвязи.

Авторизация доступа на объект ключами Touch Memory позволяет диспетчеру идентифицировать сотрудника, вскрывшего объект, либо заранее сообщать группам оперативного реагирования о несанкционированном появлении на объекте посторонних лиц.

Трансляция данных от других устройств сбора информации системы ЦЕНСОП позволяет экономить выделяемые каналы связи путем



подключения к одному каналу двух устройств и передачи данных поочередно либо совместно одним пакетом.

Специально разработанные модули расширения МР16 и МР8 (по 16 и 8 дискретных входов общего назначения на каждом) позволят подключить до 48 дискретных датчиков следующих видов: «сухой контакт» (геркон-магнит, релейный выход и пр.), с выходом по напряжению +5 В/0 В (сигнализация систем ИКМ, любая светодиодная сигнализация и пр.), с выходом по напряжению +60 В/0 В (лампы сигнализации АТСК, предохранители и пр.).

В роли дискретных датчиков также могут выступать выделенные пары в охраняемых кабелях с подключенными к ним датчиками вскрытия распределительных шкафов. Такой способ позволяет одним входом МР охранять сразу и кабель (магистраль), и шкаф. Причем на каждом таком входе будет определяться четыре состояния: норма/авария/КЗ/обрыв.

Контроль выходов ОПС или датчиков позволяет контролировать состояние штатной охранно-пожарной сигнализации на объекте и оперативно сообщать диспетчеру о любом его изменении.

Градиентный контроль скорости изменения параметров позволяет отреагировать на резкое изменение измеряемого параметра (температуры, напряжения) еще до того, как он достигнет аварийного (критического) значения, что способствует скорейшему принятию необходимых мер и выяснению причин изменения.

К любому свободному входу может быть подключен блок RL-EN, выполняющий функцию счетчика импульсов с импульсного выхода любого счетчика электроэнергии.

## **ТЕЛЕМАТИЧЕСКИЙ ТЕРМИНАЛ**

**Студент гр. КРЭС-04-1 ПГТУ А.А. Кощев,**  
научный руководитель: начальник отдела продаж  
сервисного центра ОАО «Морион» *А.А. Колесников*

Навигационный терминал АТ-300 предназначен для передачи по GSM сети информации о состоянии объекта и управлении исполнительными устройствами. АТ-300 имеет встроенный GPS-приемник,

предназначенный для определения местоположения, скорости, направления движения автомобиля или иного подвижного объекта.

Навигационный терминал устанавливается на любую марку автомобиля и предназначен для решения задач навигационного мониторинга, охранного уведомления и дистанционного управления приборами автомобиля с использованием возможностей систем мобильной связи и спутниковой навигации.

Навигационный GSM/GPS/GPRS-терминал AT-300 представляет собой электронное устройство с интеграцией 3 технологий (GSM, GPRS, GPS), построенное с использованием элементной базы ведущих мировых производителей. В терминале реализована возможность приема информации от спутников системы GPS Navstar и передачи ее с использованием радиоканала стандарта GSM 900/1800.

Указом Президента от 17 мая 2007 года РФ «Об использовании глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации» постановлено: «Для обеспечения безопасности Российской Федерации аппаратура спутниковой навигации, приобретаемая для нужд федеральных органов исполнительной власти и подведомственных им организаций, должна функционировать с использованием сигналов системы ГЛОНАСС».

В соответствии с Указом на весь федеральный и муниципальный транспорт необходимо устанавливать оборудование, использующее систему ГЛОНАСС. Целью данного Указа является не только поддержка отечественного производителя, но и безопасность работы федерального транспорта. Дело в том, что система Navstar GPS разработана, реализована и эксплуатируется Министерством обороны США и изначально была предназначена для военных целей. Для обычных пользователей точность определения координат была искусственно занижена помехами, генерируемыми специальным алгоритмом. В дальнейшем генерация помех была отключена, но может быть возвращена в любой момент, по указу правительства США.

Таким образом, использование системы GPS на федеральном и тем более военном транспорте несет в себе опасность, что она окажется неработоспособной, по желанию США.

На 7 марта 2009 года в системе ГЛОНАСС действовало 20 спутников, что обеспечило непрерывную навигацию почти на всей территории

России. Европейская часть обеспечена сигналом на 95–99 %. На остальной части земного шара интегральная доступность не ниже 80 %.

Практически непрерывная навигация по всей территории Земли обеспечивается при полной орбитальной группировке из 24 действующих спутников.

Обнаружены планы доведения численности группировки до 30 аппаратов (+ 6 резервных).

29 января 2009 года было объявлено, что первым городом страны, где общественный транспорт в массовом порядке будет оснащен системой ГЛОНАСС, станет Сочи. На тот момент ГЛОНАСС-оборудование производства компании «М2М телематика» было установлено на 250 сочинских автобусах.

В контексте вышеизложенного большим недостатком существующего в настоящее время терминала АТ-300 является его неспособность принимать и обрабатывать сигналы спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС. Связано это с тем, что в качестве навигационного модуля в терминале применен LEA-4S SuperSense GPS Receiver Module фирмы-производителя «Ublox», предназначенный только для получения и обработки сигналов от системы NAVSTAR.

В докладе приведены результаты разработки платы, обеспечивающей замену модуля GPS на модуль, использующий как GPS, так и ГЛОНАСС.

Структурная схема терминала приведена на рисунке.

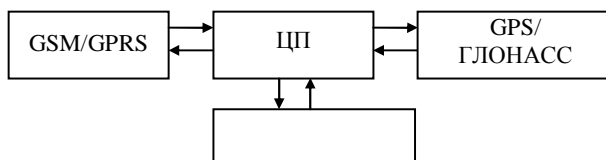


Рис. Структурная схема терминала

Исходя из того, что массогабаритные размеры имеют непосредственное значение, можно рассмотреть три навигационных модуля:

- МНП-М3 – многоканальный навигационный приемник Ижевского радиозавода;
- СН-4706, КБ «Навис»;
- DuoStar-2000, «SPIRIT Telecom».

Наиболее предпочтительным вариантом из соотношения цена/качество/функциональность является приемник СН-4706 производства КБ «Навис».

Приемник СН-4706 предназначен для использования в интегрированных навигационных системах в качестве датчика координат для определения текущих значений координат (широта, долгота, высота), вектора скорости потребителя, а также текущего времени по сигналам СНС ГЛОНАСС, GPS и SBAS в любой точке земного шара, в любой момент времени и независимо от метеоусловий.

### **Библиографический список**

1. Сетевые спутниковые радионавигационные системы / В.С. Шебшаевич, П.П. Дмитриев, Н.В. Иванцев [и др.]; под ред. В.С. Шебшаевича. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1993.
2. Приемник СН-4706. Руководство по эксплуатации. – М., 2008.
3. Об использовании глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития Российской Федерации: Указ Президента РФ от 17 мая 2007 года. – М., 2007.
4. URL: <http://www.gsm.morion.ru/>

## **ЛОКАЛЬНАЯ СЕТЬ СТАНКОВ УЧПУ**

**Студент гр. КРЭС-04 ПГТУ А.С. Иванов,**  
научный руководитель: начальник отдела информационных технологий ЗАО Пермского завода «Машиностроитель»  
*А.П. Спичаков*

**Постановка задачи.** Проектирование сети станков, оснащенных УЧПУ, на Пермском заводе «Машиностроитель», обеспечение помехозащищенности оборудования и сети.

**Технология передачи данных VDSL.** В цехе расположены автоматизированные станки, мне в первую очередь нужно подвести к ним сеть (так как ввод программы в станки производится с помощью дискет, довольно устаревшего способа передачи информации, что, естественно, не устраивает руководство завода), но, поскольку расстояние между станками и сервером довольно велико, выход из

ситуации состоит в соединении станков с сервером при помощи VDSL-технологии (так как она обеспечивает достаточно быструю скорость передачи, относительную экономию средств на оборудовании). Самое главное то, что в основном соединение осуществляется при помощи полевого телефонного провода, это еще больше удешевляет данную технологию, да и последующее обслуживание не предполагает больших экономических затрат и обеспечивает достаточную безопасность, плюс ко всему – технология позволяет проводить сеть на большие расстояния (чего и хотели добиться). Вторая, но немаловажная цель – защита сетевого оборудования от всевозможных шумов, помех, излучения и т.д. (как показывает практика других цехов, наличие рядом большого количества высокомошных приборов (все-возможные электрические краны, те же станки и т.д.) выводит станки из строя, заноса в программы нештучные ошибки). Что конкретно вызывает такие помехи, пока выявлено не было, и, естественно, как бороться с тем, чего не знаешь, конечно, еще непонятно (наверняка, именно этот вопрос будет подробнее рассмотрен, нежели первая проблема, так как он достаточно актуален и в его решении нуждается предприятие).

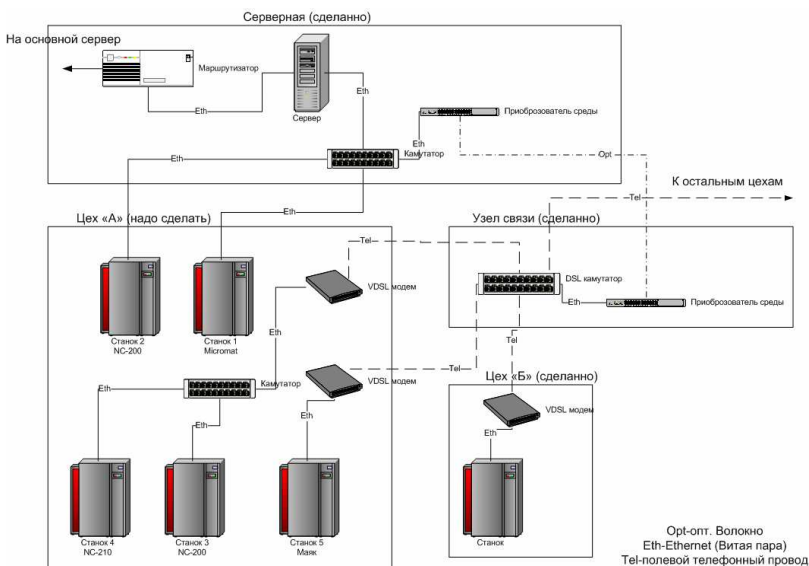


Рис. Схема сети станков УЧПУ

VDSL (англ. Very-high data rate Digital Subscriber Line, сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия) – аналог технологии ADSL, отличается тем, что может работать как в асимметричном, так и в симметричном режимах. По сравнению с ADSL VDSL имеет значительно более высокую скорость передачи данных: от 13 до 52 Мбит/с в направлении от сети к пользователю (Downstream) и до 11 Мбит/с от пользователя к сети (Upstream) при работе в асимметричном режиме; максимальная пропускная способность линии VDSL при работе в симметричном режиме составляет примерно 26 Мбит/с в каждом направлении передачи. В зависимости от требуемой пропускной способности и типа кабеля длина линии VDSL лежит в пределах от 300 м до 1,3 км [4].

Предоставление пользователю столь высоких пропускных способностей возможно только в смешанной медно-оптической сети доступа, к которой традиционная сеть доступа на металлических кабелях будет мигрировать по мере появления новых приложений и связанного с этим увеличения числа пользователей, нуждающихся в столь высоких пропускных способностях технологии VDSL [4].

#### **Расчет сети:**

1. Расчет параметров сети.
2. Расчет длины кабеля.
3. Проектирование наиболее удобного и экономичного проведения кабеля в цехах.
4. Чертеж схемы сети (рисунок).
5. Чертеж установки оборудования и подключения к серверу.
6. Чертеж прокладки кабеля.
7. Чертеж схемы размещения станков, сетевого оборудования, кабелей в цеху.
8. Расчет помехозащищенности.
9. Подбор сетевого оборудования.
10. Подбор помехозащитного оборудования.

#### **Библиографический список**

1. Асимметричная цифровая абонентская линия. Теоретические основы: учеб. пособие / под ред. В.Ю. Деарт, Д.М. Броннер. – М., 2001.
2. Асимметричная цифровая абонентская линия. Описание системы: учеб. пособие / под ред. В.Ю. Деарт, Д.М. Броннер. – М., 2001.
3. Заводская документация (ЗАО «Машиностроитель»). – Пермь, 2008.
4. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы. Технологии, протоколы. – СПб.: Интермир, 2000.

**Секция 3**

**ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ  
В ЭНЕРГЕТИКЕ. ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

## ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

**Студент гр. КРЭС-04 ПГТУ И.В. Сивков,**  
научный руководитель: канд. техн. наук, доцент  
кафедры КРЭС ПГТУ *В.Н. Осколков*

Аккумуляторы широко применяются в технике, особенно кислотные для комплектации автомобилей с двигателем внутреннего сгорания. Они служат для пуска двигателя и для буферного питания электрооборудования автомобиля. К сожалению, аккумуляторы имеют ограниченный срок службы (от 3 до 7 лет). Особенно сокращает срок службы аккумуляторов неправильная эксплуатация (использование разряженного аккумулятора из-за несвоевременной зарядки и длительный перезаряд в процессе его зарядки). Критерием замены аккумулятора на автомобиле является величина остаточной его емкости: обычно 50 % зимой и 25 % летом.

Способами определения емкости аккумулятора являются: измерение напряжения аккумулятора, испытание нагрузочной вилкой и определение плотности электролита. Все это экспресс-методы, и они не обладают достаточной точностью и достоверностью результатов [1].

Самым точным способом определения емкости аккумуляторов является способ разряда полости заряженного аккумулятора током определенной величины до определенного напряжения на зажимах аккумулятора. Обычно применяют режим 10-часового разряда, т.е. током 1/10 номинальной емкости аккумулятора и 20-часового разряда как более точного, но и более трудоемкого. Обычно операцию эту называют «формовкой» и в руководстве по эксплуатации рекомендуют проводить ее для новых аккумуляторов [2].

Недостатком проведения операции «формовки» является необходимость постоянного присутствия исполнителя для отслеживания моментов окончания заряда аккумулятора и особенно момента разряда аккумулятора и своевременного переключения режимов.

В целях автоматизации процесса определения емкости аккумуляторов и их «формовки» разработан блок для испытаний широко применяемого в автомобилях 12-вольтового аккумулятора емкостью 55 А·ч.



Блок выполняет следующие функции:

- полная зарядка аккумулятора сначала стабилизированным током затем нестабилизированным до напряжения регламентированно по инструкции по эксплуатации (14,8 В);
- разрядка током 10- или 20-часового разряда задается вначале до минимального предельного значения напряжения на выводах аккумулятора, разрешенного инструкцией по эксплуатации (10,2 В);
- вычисление емкости аккумулятора;
- отображение результата (величины емкости) на табло отображения информации;
- повторная полная зарядка аккумулятора и отключение зарядного тока;
- отображение всех предыдущих этапов устройствами индикации.

Функциональная схема состоит из следующих узлов (рисунок):

- источник первичного питания на обычном трансформаторе (TR1) с выходным напряжением 16 В и током 5,5 А;
- устройство стабилизации зарядного тока;
- нагрузка для обеспечения необходимого разрядного тока (лампа HL1);
- контроллер на интегральной схеме для управления исполнительными устройствами коммутации цепей и для вычисления емкости (CPU1);
- исполнительные устройства коммутации на реле (К.1–К.4);
- устройство отображения информации (дисплей на семисегментных индикаторах).

Конструктивно блок выполнен в одном металлическом корпусе с возможностью подключения к первичной сети и аккумуляторной батарее.

Блок имеет современный дизайн, отвечает требованиям электро- и пожаробезопасности и технологичен в изготовлении.

Блок выполнен на широко применяемой современной элементной базе, имеет приемлемую стоимость.

Блок может использоваться для нужд организаций, эксплуатирующих автомобильный транспорт, автолюбителей и пользователей аккумуляторов через розничную продажу. Блок также может применяться для исследования влияния различных внешних и внутренних факторов (температуры, плотности электролита и т.д.) на емкость

аккумулятора, так как автоматизация процесса определения емкости аккумулятора практически исключает человеческий фактор – ошибки пользователя [3].

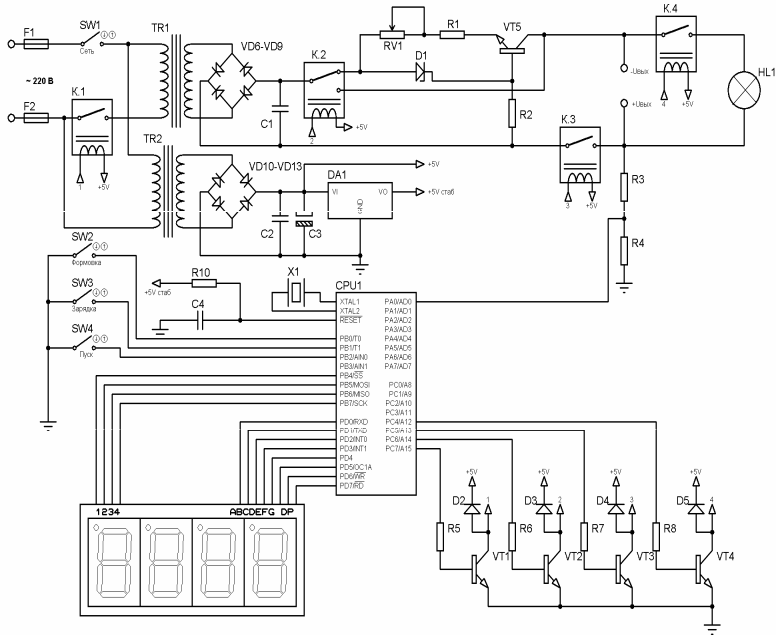


Рис. Функциональная схема устройства

По принципам, согласно которым разработан данный блок, могут быть разработаны блоки для автоматического определения емкости аккумуляторов с другими параметрами или универсальные блоки на группу аккумуляторов с близкими параметрами (6 В, 24 В с различной номинальной емкостью).

### Библиографический список

1. Митрофанов А.В. Импульсные источники вторичного электропитания в бытовой радиоаппаратуре. – М.: Радио и связь, 1985.
2. Алексеев В.Н. Заряд и формовка аккумуляторных батарей асимметричным током // Ленинградская промышленность. – 1962. – № 6.
3. Батареи аккумуляторные свинцовые стартерные. Инструкция по эксплуатации ФЯО.355.009 ИЭ. – М., 2008.

## МОНИТОРИНГ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Аспирант кафедры КРЭС ПГТУ С.И. Белов,**  
научный руководитель: канд. техн. наук, доцент  
кафедры КРЭС ПГТУ *В.В. Киселев*

**Краткое описание системы мониторинга «OVM» состояния изоляции кабельных линий.** Аппаратура марки «OVM» создавалась как базовый канал для регистрации, обработки и хранения информации о частичных разрядах, являющийся основой для создания систем мониторинга изоляции комплексов кабельных и воздушных линий, имеющих сложную и разветвленную структуру. Для интегрирования измерительного канала «OVM» в комплексную систему мониторинга в нем предусмотрено наличие комплекса современных способов связи и синхронизации отдельных каналов между собой (оптическая связь, радиоканал, GPS). Их наличие позволяет создавать системы мониторинга кабельных и воздушных линий практически любого размера и конфигурации.

Возможности:

- регистрация высокочастотных импульсов, частота дискретизации АЦП 100 МГц;
- динамический диапазон входных сигналов в модуле составляет 80 dB;
- привязка времени каждого регистрируемого импульса к начальному для всей системы (без учета задержек на распространение синхросигнала, известных для каждой конкретной системы) с точностью до единиц нс;
- вне зависимости от количества отдельных модулей в общей системе мониторинга все они включаются на регистрацию одновременно и регистрируют импульсы синхронно, привязываясь к общему отсчету времени. Синхронизация работы модулей осуществляется, при сравнительно малых длинах контролируемых кабельных линий, по оптической линии связи. Если же модули «OVM» разнесены на большие расстояния, то синхронизация производится по сигналам глобальной системы GPS;
- при использовании специализированного программного обеспечения возможность интегрировать информацию от отдельных модулей, проводить диагностику и локацию дефектов в изоляции.

Наличие эффективных функций регистрации высокочастотных импульсов, а также современные возможности интегрирования модулей в общую систему позволяют создавать на базе стандартных модулей любые распределенные, максимально сложные, системы контроля изоляции кабельных и воздушных линий электропередачи [1].

#### Основные эксплуатационные характеристики

1	Применимость прибора для диагностики изоляции кабельных и/или воздушных линий	КЛ/ВЛ
2	Максимально возможная длина контролируемой КЛ или ВЛ	100 км
3	Количество каналов измерения частичных разрядов в одном приборе	1
4	Диапазон частот импульсов регистрируемых приборов, МГц	0,005–15,0
5	Способ регистрации импульсов ЧР (по типу используемых датчиков)	Электрический, акустический
6	Общее количество приборов, которое может быть объединено в комплексную диагностическую систему мониторинга	Не ограничено
7	Интерфейсы связи, позволяющие интегрировать информацию из приборов в систему мониторинга	Оптоволокно, радиоканал
8	Наличие встроенных технических средств, позволяющих определять место возникновения дефекта в изоляции	+
9	Наличие встроенной экспертной системы, позволяющей проводить определение типа дефекта в изоляции	PD-Expert
10	Возможность определения места возникновения КЗ или обрыва в воздушной линии (при помощи дополнительного генератора)	+
11	Диапазон рабочих температур приборов без использования систем подогрева, град	от – 40 до + 60

Примечание: КЛ и ВЛ – кабельная и воздушная линия соответственно.

**Практические схемы монтажа измерительного оборудования «OVM» для мониторинга состояния изоляции кабельных линий. Мониторинг кабельных линий длиной до 2 км.** Рассмотрим вариант системы мониторинга двух кабельных линий с рабочим напряжением 110 кВ, отличающихся длиной. Каждая фаза кабельной линии проложена отдельно и требует отдельного контроля с двух сторон. На рис. 1 приведен вариант мониторинга кабельной линии указанного напряжения, длиной до 2 км. Данное значение длины контролируемой КЛ отражает тот факт, что вдоль линии или по иному пути про-

кладывается оптическая линия связи, информационно объединяющая модули «OVM», установленные на двух концах кабельной линии в единую систему. До тех пор, пока имеется такая техническая возможность, т.е. можно информационно связать модули на обеих сторонах кабельной линии оптическим волокном, следует использовать такую структуру системы мониторинга изоляции.

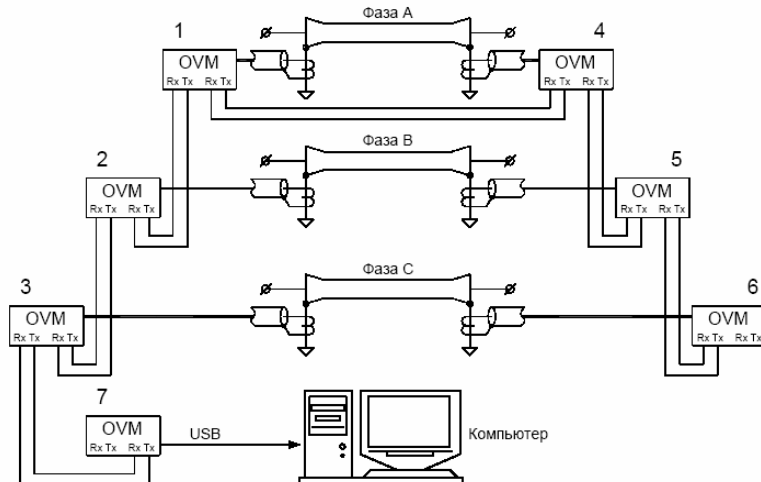


Рис. 1. Схема системы мониторинга изоляции на основе модулей «OVM», предназначенной для кабельных линий длиной до 2 км

На поводках заземления каждой фазы КЛ с двух сторон устанавливаются датчики типа «RFCT» и модули «OVM». Приборы «OVM», расположенные на одной стороне кабельной линии, объединяются между собой при помощи оптических линий. Вдоль контролируемой кабельной линии (на рис. 1 это показано вдоль кабеля фазы «А») также прокладывается оптическая линия связи, объединяющая все 6 модулей «OVM» в единую систему комплексного мониторинга. Седьмой модуль «OVM» на приведенной схеме не производит измерений частичных разрядов, он является главным в системе мониторинга. Он осуществляет управление 6 модулями регистрации, производит сбор зарегистрированной информации и передачу ее в персональный компьютер. На персональном компьютере устанавливается программное обеспечение мониторинга для диагностики дефектов и локации места возникновения дефектов в изоляции КЛ.

При каждом включении системы мониторинга в режим регистрации импульсов частичных разрядов в КЛ проводится процедура автоматической диагностики технического состояния модулей. Происходит не только проверка состояния датчиков и модулей, но выполняется процедура определения временных задержек при передаче служебной информации по оптическим линиям связи. Это делается потому, что скорость движения импульсов частичных разрядов в контролируемом кабеле соизмерима со скоростью движения управляющих импульсов в оптическом кабеле. Только при синхронизации времени в отдельных модулях, с точностью до наносекунды, возможно проведение синхронной регистрации информации.

Зарегистрированной модулями информации достаточно:

- для определения общего технического состояния изоляции кабельной линии;
- выявления фазы контролируемой кабельной линии, в которой произошло ухудшение состояния изоляции;
- определения типа дефекта, который привел к повышению уровня частичных разрядов;
- локализации места возникновения дефекта в линии, с точностью до нескольких метров, вдоль кабельной линии.

**Мониторинг воздушных линий длиной до 100 км.** На рис. 2 приведена схема системы мониторинга кабельной линии, длина которой превышает 2 км или когда отсутствует техническая возможность прокладки оптической линии связи, объединяющей диагностические приборы, расположенные с двух сторон контролируемой КЛ. В этой схеме также установлены модули «OVM», регистрирующие импульсы с каждого конца каждой фазы кабельной линии. Отличие заключается в том, что с каждой стороны кабеля устанавливается по компьютеру. Связь между компьютерами может осуществляться любым стандартным способом, вплоть до использования модемов, так как она предназначена только для сбора уже зарегистрированной информации в головной компьютер системы, обозначенный на схеме как PC1.

Критичной для регистрации импульсов частичных разрядов является синхронность запуска на регистрацию всех приборов «OVM». Погрешность запуска модулей на регистрацию не должна превышать 500 наносекунд. Только в этом случае погрешность определения места возникновения дефекта при локализации не превысит величину в 100 метров длины кабеля. Для диагностики места возникновения

дефекта было бы хорошо иметь более высокую точность синхронизации внутренних часов модулей, но, к сожалению, таковы технические возможности системы GPS [2].

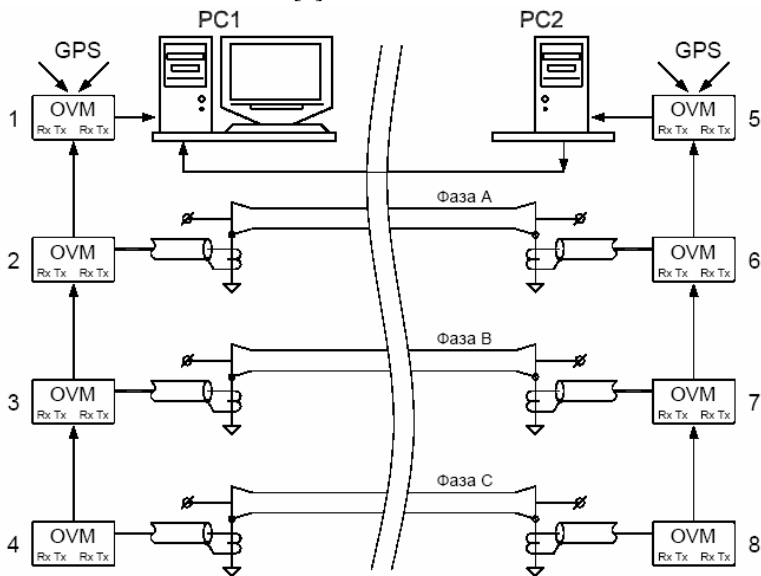


Рис. 2. Схема мониторинга изоляции кабельных линий большой длины при помощи приборов типа «OVM»

Синхронизация запуска модулей на регистрацию осуществляется при помощи использования импульсов от системы глобального позиционирования GPS. При помощи сигналов этой системы происходит синхронизация внутренних часов модулей с одной и с другой стороны кабельной линии с точностью не хуже  $\pm 250$  наносекунд. После такой процедуры внутренние часы модулей идут синхронно, относительно необходимой точности регистрации, в течение нескольких секунд. За это время модули производят регистрацию импульсов частичных разрядов, с регистрацией времени прихода импульса к прибору.

Регистрация информации от датчиков происходит не постоянно, а только в те моменты времени, когда входной импульс превышает некоторое пороговое значение напряжения на входе данного прибора. Если бы проводить непрерывную регистрацию, то понадобились бы очень большие ресурсы памяти, необходимые для оперативного хранения зарегистрированной информации. Кроме того, в этом случае

неоправданно сильно увеличилось бы время выбора и анализа информации об импульсах частичных разрядов в кабельной линии.

После завершения процесса регистрации вся информация собирается в головном компьютере системы мониторинга, где нормализуется по времени регистрации импульсов и анализируется. Оценивается как общий уровень частичных разрядов, так и наличие конкретных типов дефектов.

В заключение необходимо ответить, что данная система не только предоставляет средство контроля и прогноза состояния кабельных и воздушных линий, но также позволяет поднять на новый уровень техническую надежность распределенных систем энергоснабжения.

### **Библиографический список**

1. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986.

2. Электротехнический справочник: в 3 т.: Электротехнические устройства / под общ. ред. проф. МЭИ В.Г. Герасимова, П.Г. Грудинского, Л.А. Жукова [и др.] – М.: Энергоиздат, 1981. – Т.2.

## **КОНТРОЛЬ ГАРМОНИК ТРЕХФАЗНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ**

**Студент гр. КРЭС-04 ПГТУ К.А. Таксис,**  
научный руководитель: директор департамента НИОКР-2  
ЗАО «Нефтяная электронная компания» *П.А. Попов*

В недавнем прошлом большая часть электрической энергии потреблялась линейными нагрузками – лампами накаливания, нагревательными элементами (ТЭН), двигателями и другими подобными потребителями электроэнергии. Но бурное развитие электроники за последние десятилетия привело к многократному росту нелинейных электропотребителей. В первую очередь, это персональные компьютеры и файл-серверы, мониторы, лазерные принтеры, блоки бесперебойного питания (UPS) и прочее офисное оборудование, газоразрядные лампы и мощные преобразователи частоты для управления электродвигателями на производстве. Для электропитания вышеперечис-



ленной техники используются встроенные импульсные источники питания, представляющие собой нелинейные нагрузки, сопротивление которых изменяется с течением времени.

Ток, потребляемый этими источниками, имеет ярко выраженный импульсный характер. Это объясняется схемными особенностями импульсных источников питания, а именно, наличием сетевого выпрямителя (диодного моста) и сглаживающего емкостного фильтра. При приближении кривой питающего напряжения к максимальному значению электронные вентили диодного моста скачкообразно меняют свое сопротивление от бесконечности до определенного малого значения. Такой характер изменения сопротивления вентиля равносильен включению или отключению им нагрузки. Таким образом, периодическое включение и отключение приводит к появлению коротких импульсов потребляемого тока.

Эти токи представляют собой несинусоидальный периодический сигнал, который можно представить в виде суммы постоянной величины и бесконечного ряда синусоидальных сигналов с кратными частотами.

В результате этого появилась новая серьезнейшая проблема. Суть ее состоит в том, что сети электроснабжения 0,4 кВ в зданиях, оснащенных компьютерной техникой, «заражены» высшими по отношению к промышленной частоте (50 Гц) гармониками.

Проблема не является чисто российской. Все страны на определенном этапе концентрации компьютерной техники столкнулись с ней и были вынуждены принимать решительные меры, включая кардинальное изменение технических регламентов эксплуатации, норм проектирования и разработку соответствующих стандартов. С учетом того, что наша страна, благодаря реализации федеральной программы «Электронная Россия», рассчитывает на многократное увеличение компьютерного парка, актуальность проблемы будет возрастать.

Наличие высших гармонических составляющих в токах нелинейных электропотребителей приводит к следующим негативным, а в ряде случаев и к катастрофическим последствиям:

- перегрев нулевых рабочих проводников;
- искажение синусоидальности напряжения;
- лишние потери в трансформаторах;
- ухудшение условий работы конденсаторов;
- тепловое и электрическое старение изоляции;
- необоснованное срабатывание предохранителей;

– помехи в сетях телекоммуникаций.

Соответственно, появилась потребность в измерительных приборах и анализаторах гармонического состава тока промышленных электрических сетей.

В работе приведены результаты разработки индикатора сетевых гармоник трехфазной сети.

Устройство контроля уровня гармоник (УСГ) предназначено для индикации уровня сетевых паразитных нечетных гармоник с номерами 3, 5, 7, 9, 11, 13.

Питание устройства осуществляется от трехфазной сети переменного тока напряжением 220 В.

Устройство обеспечивает возможность измерения уровня гармоник на любой из возможных комбинаций пар проводников. Диапазон измерения уровня гармоник 1–20 %. Индикация осуществляется светодиодными линейными индикаторами.

При построении измерительных систем цифровой обработки сигналов (ЦОС) для сбора и обработки данных, контроля и управления, особенно связанных с функционированием в производственных условиях, необходимо обеспечить гальваническую развязку измерительных цепей, цепей питания, а также цепей цифровой обработки данных. Гальваническая развязка необходима для защиты оборудования от воздействия высоких электрических напряжения и токов, защиты оператора от высокого напряжения, обеспечения необходимой помехозащищенности.

Прибор имеет двухплатную компоновку – модуль измерения и модуль индикации.

Основу модуля измерения составляет микроконтроллер ATMegal6, имеющий встроенный 10-разрядный АЦП. Напряжение электрической сети через делители напряжения поступает на модуль гальванической развязки, представляющий из себя высокоточный изолирующий усилитель с напряжением пробоя 1,5 кВ ISO 124 фирмы «BURR BROWN». Далее сигнал поступает на ОУ, осуществляющий нормирование и фильтрацию сигнала, поступающего на АЦП микроконтроллера. В микроконтроллере осуществляются цифровая фильтрация и измерение уровней отдельных гармоник, а также управление модулем индикации, информация на который передается по интерфейсу SPI.

Модуль индикации представляет из себя плату с расположенными на ней 120 SMD светодиодами. Сигнал, поступающий по интер-

фейсу SPI, подается на пять последовательно соединенных расширителей портов ввода-вывода MAX7301 фирмы «MAXIM», имеющих каждый по 28 портов I/O, за счет чего обеспечивается возможность управления 120 светодиодами.

Питание микроконтроллера и модуля индикации осуществляется трансформаторным AC/DC преобразователем 220-5 В, обеспечивающим гальваническую развязку по питанию, и DC/DC, инвертирующим преобразователем АМІ фирмы «АІМТЕС», формирующим двуполярное напряжение питания изолирующего усилителя.

Прибор сконструирован на современной элементной базе.

Спроектированное устройство предназначено для оперативного контроля качества сети, визуального представления гармонического состава тока. Планируется его использование в качестве блока индикации в составе промышленных сетевых фильтров гармоник.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ г. ПЕРМИ**

**Студентка гр. АТПП-05 ПГТУ А.О. Екимова,**  
научный руководитель: канд. техн. наук, доцент  
кафедры МСА ПГТУ *А.Н. Лыков*

### **Режимы автоматического освещения [1]:**

- вечернее/утреннее;
- ночное;
- выключенное;
- специальный предвечерний и послеутренний режимы точечного освещения вблизи социально значимых объектов (школы, больницы и т.п.).

Дистанционно корректируемый график освещения: время включения и отключения освещения, время начала и завершения ночного режима.

### **Режимы управления линиями освещения:**

- дистанционный, с диспетчерского поста;
- автоматический, по графику, заложенному в энергонезависимой памяти;

– ручной, с местной панели управления при проведении профилактических и ремонтных работ.

**Контроль параметров линий освещения:**

- измерение токов и напряжений по трем фазам;
- перегрузка по току;
- короткое замыкание «КЗ»;
- обрыв линии;
- межфазное замыкание линий;
- неисправность оборудования.

**Анализ структуры системы автоматизации**

Система АСУ «Горсвет» представляет собой централизованную трехуровневую систему, работающую в реальном масштабе времени [2].

**На первом (верхнем) уровне системы** располагается центральный диспетчерский пункт (ЦДП). Автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера – персональный компьютер с установленным программным обеспечением и комплектом аппаратуры связи диспетчерского пункта с объектами.

В ЦДП обеспечивается:

- визуальный контроль над работой систем и всех ее компонентов;
- задание режимов работы («программных» на период и «ручных» с рабочего места оператора);
- сбор и архивирование основных параметров работы;
- ввод новых объектов управления и исключение действующих в составе АСУ;
- цветовая и звуковая сигнализация в случаях нарушений в работе объектов контроля.

**На втором (среднем) уровне системы** располагаются при опорах уличного освещения или в трансформаторных подстанциях территориально распределенные исполнительные пункты ИП «Горсвет».

Каждый ИП контролирует один участок сети наружного освещения и осуществляет управление режимами освещения (вечерний, ночной, утренний, дневной) путем отдельной коммутации фаз А, В, Сходящих линий.

**На третьем (нижнем) уровне системы** расположены пускорегулирующие аппараты ЭПРАН, предназначенные для зажигания и электропитания натриевых ламп высокого давления типа ДНаТ150, ДНаТ250, ДНаТ400 или аналогичных и устанавливаемые в светильниках уличного освещения.

Обмен информацией между первым и вторым уровнями осуществляется по радиоканалу или сети GSM /GPRS.

**Недостатки системы.** В системе применяется управление освещением по годовому графику. При этом часы в каждом исполнительном пункте постоянно синхронизируются со временем центрального компьютера, что позволяет добиться одновременного срабатывания всех исполнительных пунктов в городе. Для учета погодных особенностей введен параметр «смещение графика». Но не всегда диспетчер знает, в каком районе требуется включение освещения раньше графика. Эту проблему можно решить с помощью фотодатчиков.

Фотодатчики основаны на светочувствительных элементах, которые реагируют на изменение интенсивности освещения.

Преимущества использования фотодатчиков:

- исключение «человеческого фактора»;
- обеспечение необходимой освещенности на улицах города;
- экономическая эффективность.

Недостатки использования фотодатчиков:

- на чувствительный элемент фотодатчика со временем оседает грязь, меняющая параметры срабатывания;
- фотодатчики не позволяют добиться одновременного включения/отключения освещения во всем городе.

Алгоритм исполнения графика освещения с корректировкой по фотореле показывает, как можно совместить работу годового графика и фотодатчиков. Для устранения недостатков вводится параметр «допустимая корректировка времени по фотореле».

### **Библиографический список**

1. Трусов А.В., Петроченков А.Б. Проектирование систем управления технологическими процессами и производствами: учеб. пособие. – Пермь, 2006.

2. Указания по эксплуатации установок наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов / Минжилкомхоз РСФСР. – М.: Стройиздат, 1990.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ЦТП г. ЧАЙКОВСКИЙ**

**Студент гр. АТПП-05 ПГТУ А.В. Белков,**  
научный руководитель: канд. техн. наук, доцент  
кафедры МСА ПГТУ *А.М. Костыгов*

Цель работы – разработка системы автоматизации центрального теплового пункта (ЦТП).

При модернизации ЦТП следует четко определить назначение системы:

- автоматическое поддержание заданного давления воды в прямом и обратном трубопроводе;
- дистанционное управление работой насосов и задвижек;
- сбор, обработка и выдача статистических данных об объемах перекачанной воды и статусе насосных агрегатов;
- заданная температура в системе отопления в зависимости от температуры окружающего воздуха.

При автоматизации процесса работы ЦТП одной из поставленных задач является регулирование температуры в зависимости от температуры окружающей среды. Этот процесс является новым на ЦТП, и его следует рассмотреть более подробно.

Система регулирования температуры теплоносителя в зависимости от температуры окружающей среды компенсирует перепады температуры, одновременно поддерживая гидравлический баланс системы отопления.

Регулирование реализуется по заданному температурному графику отопления с учетом реальных измеренных значений температур наружного воздуха. При этом система автоматически производит коррекцию выбранного температурного графика (рис. 1).

В качестве системы управления системой регулирования температуры теплоносителя в зависимости от температуры окружающей среды был выбран термомайзер концерна «Медведь» [2]. При этом комплект поставки нас не совсем удовлетворяет, и были заменены трехходовой клапан на клапан большего диаметра и электропривод, который имеет возможность подключения к системам АСУ ТП с помощью дискретных входов/выходов интерфейсов CAN, RS485, Profibus.

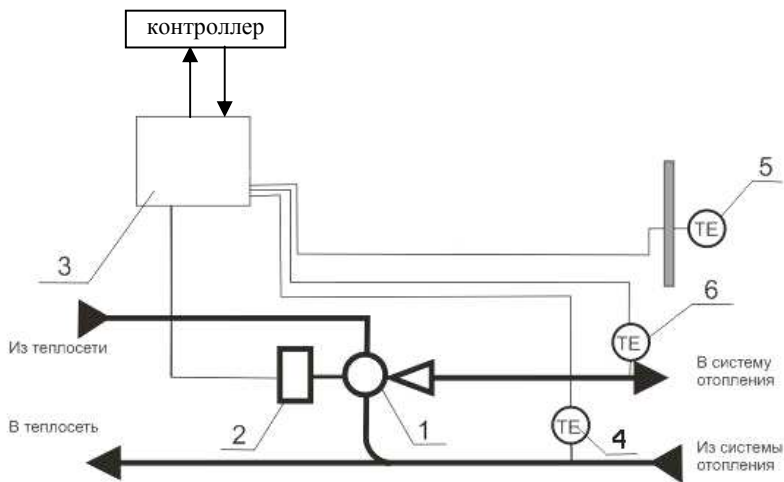
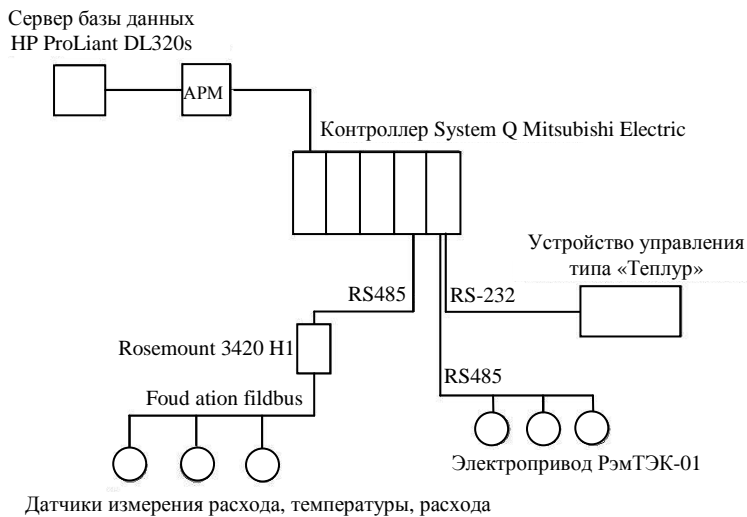


Рис. 1. Система регулирования температуры: 1 – клапан трехходовой; 2 – механизм электрический исполнительный МЭИ; 3 – устройство управления типа «ТЕПЛУР»; 4 – датчик температуры теплоносителя в обратном трубопроводе; 5 – датчик температуры наружного воздуха; 6 – датчик температуры теплоносителя в подающем трубопроводе



Датчики измерения расхода, температуры, расхода

Рис. 2. Обобщенная система управления

Были применены следующие КТС [1]:

- датчик давления Rosemount 3051S;
- вихревой расходомер Rosemount 8800D;
- датчик измерения температуры 3144PH.

Все датчики являются интеллектуальными и имеют выходной сигнал Foundation fieldbus:

- контроллер серии System Q Mitsubishi Electric [4];
- модуль интерфейса Rosemount 3420 H1;
- АРМ в виде компьютера на базе процессора Intel Pentium 4;
- сервер базы данных HP ProLiant DL320s;
- программное обеспечение АРМа обеспечивается SCADA-системой КАСКАД.

Обобщенная система управления приведена на рис. 2.

Математическое описание контура регулирования температуры дано в [5], [6] (рис. 3).

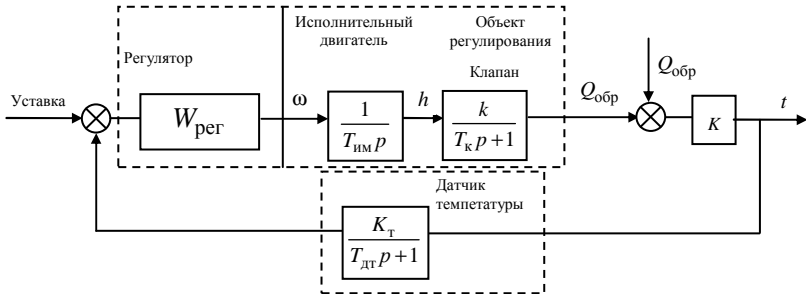


Рис. 3. Структурная схема контура регулирования температуры

В результате синтеза была получена передаточная функция ПИ-регулятора.

$$W_{\text{пер}}(p) = \frac{1}{\frac{2T_{\text{дт}}(T_{\text{дт}}p+1)}{k} \cdot \frac{K_{\text{дт}}}{T_{\text{им}}p+1}} = \frac{T_{\text{им}}p+1}{2T_{\text{дт}}pkK_{\text{дт}}} = \frac{0,333p+1}{0,5765p}.$$

В общем виде передаточная функция ПИ-регулятора выглядит следующим образом:

$$W_{PI} = K_{\text{п}} + \frac{K_{\text{и}}}{p} = \frac{K_{\text{п}}p + K_{\text{и}}}{p} = \frac{\frac{K_{\text{п}}}{K_{\text{и}}}p + 1}{\frac{K_{\text{и}}}{K_{\text{п}}p}}, \quad \frac{K_{\text{п}}}{K_{\text{и}}} = T_{\text{им}}; \quad \frac{1}{K_{\text{и}}} = 2T_{\text{дт}}kK_{\text{дт}}.$$



Предположим, что температура окружающей среды увеличилась условно на несколько пунктов, тогда температура в трубопроводе должна уменьшиться (рис. 4).

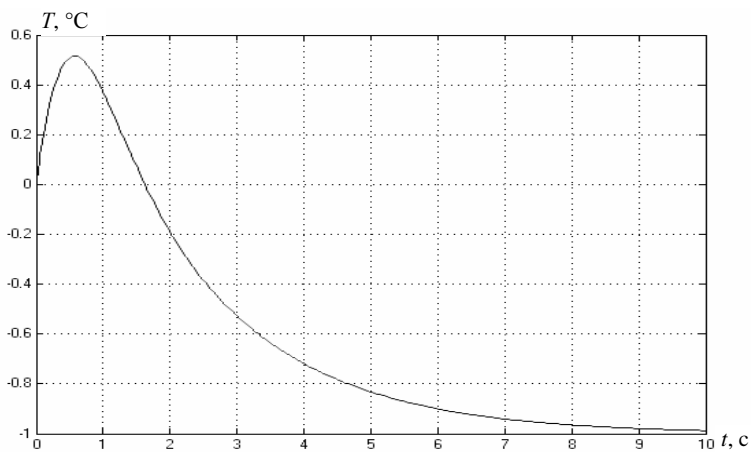


Рис. 4. График изменения температуры

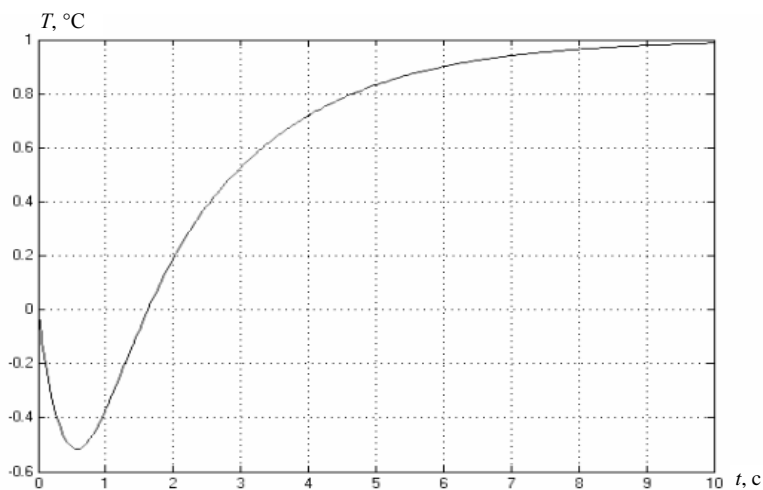


Рис. 5. График изменения температуры

Предположим, что температура окружающей среды уменьшилась условно на несколько пунктов, тогда температура в трубопроводе должна увеличиться (рис. 5).

### **Библиографический список**

1. URL: <http://www.metran.ru> (каталог фирмы «Метран»).
2. URL: <http://kalorifer.net> (каталог концерна «Медведь»).
3. URL: [www.tender.pro](http://www.tender.pro) (прайс-лист).
4. URL: [www.mitsubishi-automation.ru](http://www.mitsubishi-automation.ru) (каталог фирмы «Митсубиси»).
5. Казанцев В.П. ТАУ: консп. лекций / ЧФ ПГТУ. – Чайковский, 2008.
6. Лыков А.Н. Автоматизация технологических процессов и производств: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.

## **Секция 4**

# **МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ**

## **ЗАПРОСЫ К ХРОНОЛОГИЧЕСКИМ БАЗАМ ДАННЫХ, СОДЕРЖАЩИЕ ТАБЛИЦЫ С СИММЕТРИЧНЫМИ ДАННЫМИ**

**Студент гр. АСУ-06-1 ПГТУ В.А. Шапов,**  
научный руководитель: доцент  
кафедры ИТАС ПГТУ *В.П. Гладков*

В работе рассматриваются проблемы, возникающие при хранении и использовании периодически изменяющихся данных, для которых существует период актуальности.

Проблема актуальна для компаний, использующих для внутренних расчетов валюту, отличную от той, в которой они выставляют счета своим клиентам.

В качестве примера рассматривается задача учета товара, цена которого представлена в фиксированной базовой валюте, при этом покупателям могут выставляться счета в разных валютах. Поскольку базовая валюта цены товара может отличаться от валюты счета, для выставления счетов клиентам необходим перерасчет цены из валюты товара в валюту заказа. Сложность решения данной задачи заключается в том, что курсы валют не являются постоянными величинами, а зависят от даты. Следовательно, для перерасчета цены заказа необходимо использовать тот курс, который действовал в день поставки продаваемого товара на склад.

При решении задачи использована СУБД PostgreSQL версии 8.4.1. Выбор данной СУБД обусловлен ее открытостью (PostgreSQL распространяется под лицензией BSD), высокой производительностью, а также хорошим уровнем поддержки стандарта SQL.

На рисунке изображена схема базы данных.

В таблице `currency` хранится справочник мировых валют, составленный на основе международного классификатора валют ISO 4217 и Общероссийского классификатора валют (ОКВ). В таблице хранятся буквенный и числовой код валюты, ее название, а также количество знаков в дробной части.

В таблице `currency_exchange_rate` хранится история изменения курсов валют. Список полей таблицы аналогичен списку полей в XML-документе, предоставляемом Центральным банком Российской Федерации при помощи Web-сервиса ([http:// www.cbr.ru/ scripts/Root.asp](http://www.cbr.ru/scripts/Root.asp) ?

`Prtid=FXML`).

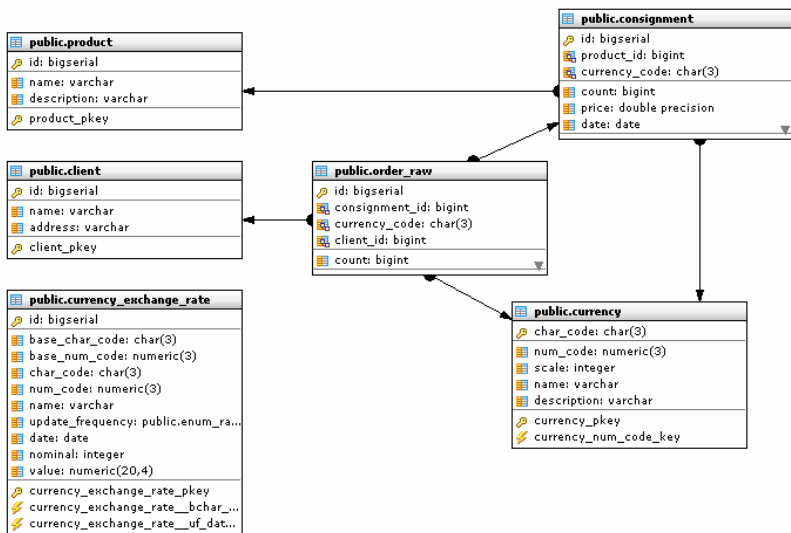


Рис. Схема базы данных

В таблице product хранятся основные сведения о продаваемом товаре.

В таблице consignment хранится информация о поступивших на склад партиях товаров.

В таблице client хранится информация о клиентах.

В таблице order\_raw хранится информация о заказах клиентов.

В связи с тем, что по соображениям нормализации в таблице order\_raw не хранится итоговая сумма в валюте заказа, возникает необходимость создания представления (view), которое будет содержать и данные таблицы order\_raw, и вычисленную итоговую стоимость в валюте заказа.

Для отображения остатков товара на складе необходимо создать еще одно представление (view).

Выбор представлений для решения данной задачи обусловлен, во-первых, тем, что СУБД динамически вычисляет их значения в момент обращения к ним, тем самым обеспечивая актуальность отображаемых данных без необходимости принудительной актуализации этих данных. Во-вторых, представления позволяют скрыть всю сложность решаемой задачи внутри СУБД, реализовав для внешних пользователей интерфейс, не зависящий от дат.

В процессе решения задачи возникает необходимость построить по таблице `currency_exchange_rate` набор данных, показывающий историю изменения курсов по периодам. Результирующий набор данных должен содержать следующие поля:

- `base_char_code` – код базовой валюты;
- `char_code` – код второй валюты;
- `rate` – курс второй валюты по отношению к базовой валюте;
- `begda` – дата начала действия курса валюты;
- `endda` – дата окончания действия курса валюты.

Выберем для решения данной подзадачи механизм аналитических функций. Данный механизм доступен в таких базах данных, как Oracle, PostgreSQL, MS SQL Server и др. В отличие от обычных скалярных функций, у аналитических функций аргументов является SQL-таблица, представляющая логический промежуточный результат обработки SQL-оператора, где использовано обращение к такой функции, и возвращают в качестве своего результата обычно тоже SQL-таблицу. Аналитические функции предназначены для выявления и обработки внутренних зависимостей внутри набора данных.

Применительно к поставленной подзадаче аналитические функции можно использовать для обращения к следующей записи в отсортированной по дате начала периода таблице. Это позволяет динамически вычислять дату окончания периода действия курса на основе даты начала следующего периода, тем самым исключается возможность внесения в таблицу перекрывающихся интервалов.

Для решения данной подзадачи был написан следующий запрос:

```
SELECT
    er.base_char_code,
    er.char_code,
    (er.value/er.nominal) as rate,
    er."date" as begda,
    ((LEAD(er."date", 1, '9999-12-31'::date)
OVER (PARTITION BY er.base_char_code, er.char_code
ORDER BY er."date"))) - INTERVAL '1 day') as endda
FROM currency_exchange_rate er
UNION ALL
SELECT
    er.char_code as base_char_code,
    er.base_char_code as char_code,
```

```

        (1/(er.value/er.nominal)) as rate,
        er."date" as begda,
        ((LEAD(er."date", 1, '9999-12-31'::date)
OVER (PARTITION BY er.base_char_code, er.char_code
ORDER BY er."date")) - INTERVAL '1 day') as endda
FROM currency_exchange_rate er

```

Написанный запрос также вычисляет курс симметричной пары валют. Это значит, что если в таблице `currency_exchange_rate` хранится пара RUB–USD со значением курса RATE, то пара USD–RUB также будет включена в результат со значением курса равным (1/RATE).

Аналитическая функция LEAD() позволяет получить поле следующей записи в группе. Разбиение на группы осуществляется конструкцией PARTITION BY `er.base_char_code`, `er.char_code` и необходимо потому, что в запросе вычисляются диапазоны дат для различных, независимых пар валют, хранящихся в таблице. Конструкция ORDER BY `er.«date»` применяется для явного задания порядка следования записей внутри группы, для того, чтобы функция LEAD() могла правильно определить последующую запись.

Рассмотрим запрос, вычисляющий на основании данных из таблиц `order_raw`, `consignment` и реализованного ранее запроса получения курсов валют, привязанных к периоду, полную информацию о заказе. На базе этого запроса может быть построено представление, отображающее полную информацию о заказах.

```

SELECT
    orw.id,
    orw.consignment_id,
    orw.client_id,
    orw.count,
    orw.currency_code as order_currency,
    ct.currency_code as consignment_currency,
    (CASE
        WHEN orw.currency_code =
ct.currency_code THEN ct.price
        ELSE ct.price*exrate.rate
    END) as order_price,
    ct.price as consignment_price,

```

```

        ct.date as consignment_date
FROM order_raw orw
JOIN consignment AS ct ON (orw.consignment_id
= ct.id)
LEFT JOIN (
    SELECT
        er.base_char_code,
        er.char_code,
        (er.value/er.nominal) as rate,
        er.date as begda,
        ((LEAD(er.date, 1, '9999-12-31'::date)
OVER (PARTITION BY er.base_char_code, er.char_code
ORDER BY er.date)) - INTERVAL '1 day') as endda
FROM currency_exchange_rate er
UNION ALL
SELECT
        er.char_code as base_char_code,
        er.base_char_code as char_code,
        (1/(er.value/er.nominal)) as rate,
        er.date as begda,
        ((LEAD(er.date, 1, '9999-12-31'::date)
OVER (PARTITION BY er.base_char_code, er.char_code
ORDER BY er.date)) - INTERVAL '1 day') as endda
FROM currency_exchange_rate er
) as exrate ON (
        ct.currency_code = exrate.char_code
AND
        orw.currency_code =
exrate.base_char_code
AND
        ct.date BETWEEN exrate.begda AND
exrate.endda
)

```

Дата 31 декабря 9999 года используется в запросе для обозначения конца последнего периода, для которого информация о более поздних периодах еще не известна или не занесена в базу данных.

Соединение таблиц order\_raw и consignment необходимо для получения информации о первоначальной цене, валюте и дате поступ-



ления товара на склад. В дальнейшем при помощи левого соединения с результатом подзапроса выбирается относительный курс валют, который используется непосредственно при преобразовании цены из валюты поставки в валюту заказа. Левое соединение необходимо из-за того, что в таблице преобразования валют не хранятся записи вида <валютаX, валютаX, 1>, поэтому ситуации, в которых валюта заказа совпадает с валютой поставки, обрабатываются условным оператором в основном запросе (поскольку вместо значений из результата подзапроса exgrate будут подставлены значения NULL).

Для определения того, какие партии товаров проданы не полностью, может быть применен следующий запрос:

```
SELECT
    ct.id,
    ct.product_id,
    ct.count,
    ct.price,
    ct.currency_code,
    ct.date,
    (ct.count - COALESCE(ordrs.sum_count, 0)) as
rest
FROM consignment as ct
LEFT JOIN (
    SELECT
        orw.consignment_id,
        SUM(orw.count) AS sum_count
    FROM order_raw orw
    GROUP BY orw.consignment_id
) AS ordrs ON (ct.id = ordrs.consignment_id)
WHERE
    ordrs.sum_count IS NULL
    OR
    ct.count > ordrs.sum_count
```

Подзапрос определяет количество проданного товара из партий, которые участвовали в сделках.

В результате выполнения запроса будет выведена информация о тех партиях товара, которые были израсходованы не полностью и находятся на складе. Если запись была выбрана по условию `ordrs.sum_count IS NULL`, то это обозначает, что из данной партии

еще ничего не продавалось, а если по условию `ct.count > ordrs.sum_count`, то это значит, что партия продана не полностью.

Если необходимо получить только информацию об остатках товара, без учета к какой партии он относится и какую цену имеет, можно модифицировать этот запрос, добавив группировку по идентификатору товара и агрегатную функцию суммы на поле остатка.

```
SELECT
    ct.product_id,
    SUM(ct.count - COALESCE(ordrs.sum_count, 0))
as rest
FROM consignment as ct
LEFT JOIN (
    SELECT
        orw.consignment_id,
        SUM(orw.count) AS sum_count
    FROM order_raw orw
    GROUP BY orw.consignment_id
) AS ordrs ON (ct.id = ordrs.consignment_id)
WHERE
    ordrs.sum_count IS NULL
    OR
    ct.count > ordrs.sum_count
GROUP BY ct.product_id
```

В случае возникновения необходимости рассчитать среднюю цену для оставшихся на складе товаров можно воспользоваться запросом, который произведет перерасчет цен из валют отдельных поставок к заданной валюте, вычислит размер остатков и среднюю цену единицы товара. В примере приведен запрос, пересчитывающий цены в доллары США (USD).

```
SELECT
    ct.product_id,
    'USD' as currency,
    SUM(ct.count - COALESCE(ordrs.sum_count, 0))
as rest,
(
    SUM(
        (ct.count - COA-
LESCE(ordrs.sum_count, 0))
```

```

*
(CASE
    WHEN ct.currency_code =
'USD' THEN ct.price
    ELSE ct.price *
exrate.rate
    END)
)
/
SUM(ct.count - COA-
LESCE(ordrs.sum_count, 0))
) as average_price
FROM consignment as ct
LEFT JOIN (
    SELECT
        orw.consignment_id,
        SUM(orw.count) AS sum_count
    FROM order_raw orw
    GROUP BY orw.consignment_id
) AS ordrs ON (ct.id = ordrs.consignment_id)
LEFT JOIN (
    SELECT
        er.base_char_code,
        er.char_code,
        (er.value/er.nominal) as rate,
        er.date as begda,
        ((LEAD(er.date, 1, '9999-12-31'::date)
OVER (PARTITION BY er.base_char_code, er.char_code
ORDER BY er.date)) - INTERVAL '1 day') as endda
    FROM currency_exchange_rate er
    UNION ALL
    SELECT
        er.char_code as base_char_code,
        er.base_char_code as char_code,
        (1/(er.value/er.nominal)) as rate,
        er.date as begda,
        ((LEAD(er.date, 1, '9999-12-31'::date)
OVER (PARTITION BY er.base_char_code, er.char_code
ORDER BY er.date)) - INTERVAL '1 day') as endda

```

```

        FROM currency_exchange_rate er
    ) as exrate ON (
        ct.currency_code = exrate.char_code
        AND
        exrate.base_char_code = 'USD'
        AND
        ct.date BETWEEN exrate.begda AND
exrate.endda
    )
WHERE
    ordrs.sum_count IS NULL
    OR
    ct.count > ordrs.sum_count
GROUP BY ct.product_id

```

От запроса вычисления остатка товаров без учета партий поставок этот запрос отличается только соединением с результатом подзапроса, вычисляющего отношения курсов и операторами вычисления среднего значения цены путем деления суммарной цены товара на величину остатка. Как и предыдущие запросы, данный запрос выводит только информацию о не полностью израсходованных товарах.

В работе был рассмотрен метод работы с периодическими данными при помощи механизма аналитических функций СУБД. Поскольку в таблице `currency_exchange_rate` на поля `<base_char_code, char_code, date>` установлено ограничение уникальности, использование механизма аналитических функций для расчета интервалов позволило исключить возможность появления перекрывающихся интервалов. Это значительно упростило задачу поддержания целостности данных в таблице `currency_exchange_rate`, так как позволило заменить сложную проверку пересечения интервалов дат простой проверкой уникальности по группе из трех полей. Сложность полной проверки таблицы на отсутствие пересекающихся интервалов состоит в том, что для осуществления ее средствами СУБД необходимо произвести ее полное соединение с самой собой, тем самым количество сгенерированных оператором соединений записей, которые будут просмотрены СУБД, будет пропорционально квадрату количества записей в таблице.

## ИНТЕРФЕЙС ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕДИЦИНСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ С MATLAB

**Студентка гр. ЭВТ-05 ПГТУ Е.А. Барсукова,**  
научный руководитель: старший преподаватель  
кафедры ИТАС ПГТУ *А.В. Кычкин*

**Ключевые слова:** база данных, биомедицинская информация, программное обеспечение, пакет прикладных программ Matlab.

В настоящее время существует и активно развивается процесс автоматизации сбора и обработки данных. В нашей статье представлена концепция сбора и обработки данных для решения медицинских задач, а именно, снятие у пациентов показателей деятельности сердечно-сосудистой системы при помощи интеллектуального датчика и классификация данных по степени заболевания [1].

Выделяют четыре уровня автоматического сбора и обработки информации в системах управления и диагностики сложных объектов. Первый уровень – первичные средства автоматизации, представленные интеллектуальным датчиком. На данном уровне решаются задачи многоканального приема, первичной обработки данных. Второй уровень – уровень связи устройства с объектом, представленный в виде преобразователя дискретных и аналоговых сигналов ввода/вывода. Третий уровень – консолидированный центр сбора, обработки и хранения данных, представленный базой данных MySQL. На этом уровне осуществляется получение данных с интеллектуального датчика, их обработка, хранение и предоставление пользователю. Четвертый уровень – диспетчерский. На данном уровне решаются задачи анализа, протоколирования, визуализации на экране монитора измеряемых и вычисляемых технологических параметров в виде трендов. Данный уровень представлен средой разработки MatLab [2].

Интерфейс взаимодействия базы данных MySQL со средой разработки MatLab базируется на использовании пакета расширения Database Toolbox. Пакет дает возможность подсоединиться и взаимодействовать с ODBC/JDBC-совместимыми базами данных и визуализировать их в MatLab .

Структурная схема интерфейса взаимодействия базы MySQL с MatLab представлена на рис. 1.

Технология ODBC (Open DataBase Connectivity – совместимость открытых баз данных) разработана для обеспечения возможности взаимосвязи между различными СУБД. Технология ODBC предусматривает создание дополнительного уровня между приложением и используемой СУБД. Взаимодействие приложения с данными производится с помощью диспетчера драйверов, который подключает необходимый драйвер в соответствии с форматом данных СУБД.

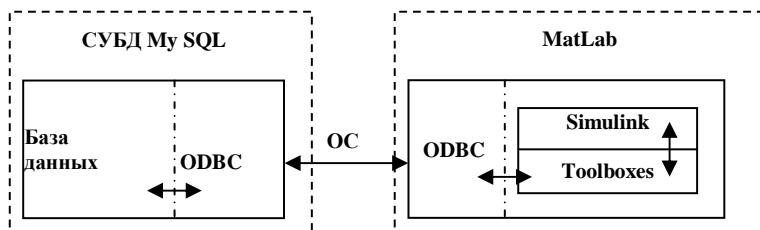


Рис. 1. Структурная схема взаимодействия базы биомедицинских данных MySQL с MatLab

Драйвер СУБД, используя сетевые средства, как правило, коммуникационные модули конкретной СУБД, передает SQL-операторы серверу СУБД. Результаты выполнения запросов на сервере передаются обратно в приложение. При использовании в клиентском приложении средств ODBC осуществляется обращение к определенному источнику данных, а через него – к СУБД, которую он представляет. При установке средств ODBC устанавливается общая подсистема ODBC и определяются пары «драйвер – база данных», которым задаются имена, используемые при установке соединения с базой данных. Соответствующие пары называются DSN (Data Sours Name) – имена источников данных или поименованные источники данных. Создание источника данных выполняется с помощью утилиты ODBC Data Sours Administrator, вызываемой из окна панели управления. В состав параметров источника данных входят: имя и описание источника данных; сервер, с которым устанавливается соединение; метод аутентификации; имя базы данных [3].

Как показано на рис. 2, имеется некая база данных, где данные – это показатели левой и правой плечевых артерий человека. На выхо-

де мы получаем графическое представление данных (см. рис. 2). Связь базы данных со средой MatLab осуществляется средствами интерфейса ODBC.

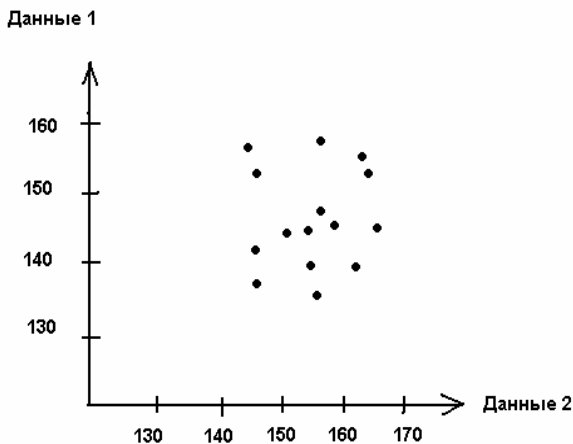


Рис. 2. Графическое представление снимаемых показателей сосудистой системы человека в MatLab

В заключение хотелось бы отметить, что технология ODBC довольно проста для разработки приложений. Главное достоинство в том, что возможно создание источника данных, связанного с любым типом базы данных. Используя эту технологию, можно легко решить задачи визуализации на экране монитора измеряемых и вычисляемых технологических параметров и представить их в виде трендов.

### Библиографический список

1. Ливенцев Н.М., Ливенсон А.Р. Электромедицинская аппаратура. – М.: Медицина, 1974.
2. Бертсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных: пер. с англ. – М.: Мир, 1989.
3. Организация взаимодействия серверной и клиентской частей. Технология ODBC. – URL: <http://students-programmers.ru/59/>.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ СИСТЕМЫ MATLAB ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**Студент гр. АТПП-05 ПГТУ А.А. Волков,**  
научный руководитель: канд. техн. наук, доцент  
кафедры МСА ПГТУ *А.Б. Петроченков*

Пожалуй, наиболее поразительным свойством человеческого интеллекта является способность принимать правильные решения в обстановке неполной или нечеткой информации. Построение моделей приближенных рассуждений человека и использование их в компьютерных системах будущего представляет сегодня одну из важнейших проблем науки.

Как известно, искусственные нейронные сети, аппарат нечетких множеств и нечеткой логики уже давно с успехом применяются для решения задач, в которых исходные данные являются ненадежными и слабо формализованными. Задачи прогнозирования особенно важны для практики, в частности для финансовых приложений, диагностики технического состояния, энергопотребления.

Единственным недостатком построения систем с использованием современных вычислительных алгоритмов является практически полное отсутствие систематизированных правил по их построению. В литературе даются лишь общие принципы, используемые при анализе данных и построении моделей систем с использованием нейросетевых алгоритмов. Структуру сетей, алгоритмы обучения и остальные параметры приходится подбирать с учетом собственных наблюдений.

В данной работе я расскажу о возможностях применения системы MATLAB для построения нечетких нейронных сетей – гибридных сетей. MATLAB – мощнейший инструмент, позволяющий не только ускорить обработку данных и вычислений, но и в удобной форме визуализировать. То, что данные представлены в матричной форме, позволяет ускорить процесс вычислений в разы. В частности, используется модуль системы MATLAB Neural Network Toolbox.

Под нейронными сетями подразумеваются вычислительные структуры, которые моделируют простые биологические процессы, обычно ассоциируемые с процессами человеческого мозга. Адаптируемые и обучаемые, они представляют собой распараллеленные системы, способные к обучению путем анализа положительных и отрицательных воздействий [2].



Гибридная нейронная сеть формально по структуре идентична многослойной нейронной сети с обучением по алгоритму обратного распространения ошибки, но скрытые слои в ней соответствуют этапам функционирования нечеткой системы.

Гибридная нейронная сеть – нейронная сеть с четкими сигналами, весами и активационной функцией, но с объединением  $X_i$  и  $W_i$ ,  $P_1$  и  $P_2$  с использованием  $t$ -нормы,  $t$ -конормы или некоторых других непрерывных операций. Входы, выходы и веса гибридной нейронной сети – вещественные числа в отрезке  $[0, 1]$ , [1].

В среде MATLAB подобные системы можно построить с использованием удобной программы, вызываемой командой AnfisEdit. Данная программа работает с данными, загружаемыми из внешнего файла с расширением \*.dat. Структура входных данных представляет собой матрицу, все столбцы которой, кроме самого правого, представляют собой значения входов нейронов сети. Самый правый же столбец – желаемый выход. Количество строк матрицы соответствует количеству элементов обучающей выборки. Данная особенность программы, касающаяся загрузки данных, является, на мой взгляд, неудобной. Разработчикам системы можно посоветовать расширить функционал удобного в использовании Import Wizard для того, чтобы стало возможным загружать данные из таблиц Excel и импортировать их в дальнейшем в программы, подобные AnfisEdit.

Программа позволяет работать с любым количеством входов сети, причем может построить графическое изображение выбранной топологии в отдельном окне. Множество поддерживаемых функций принадлежности позволяет проводить множество экспериментов, благодаря чему можно добиться наилучшего результата и наименьшей ошибки обучения.

Помимо выборки обучения программа позволяет также ввести в процесс обучения так называемую проверочную выборку. Данный массив, совпадающий по количеству столбцов с обучающим вектором, необходим для регулярной проверки сети в ходе обучения на наличие так называемого переобучения. Сеть в процессе своего обучения может уменьшать уже не ту ошибку, которую нам хотелось бы, – ошибку, получаемую, когда на входы сети будет подаваться новая, заранее неизвестная, не предъявляемая в ходе обучения ей информация, а будет минимизировать только ошибку обучения. В итоге мы рискуем получить сеть, которая работает на обучающей выборке отлично, но зато обладает плохими способностями к прогнозированию. Данная проверочная выборка подается периодически на вход сети,

и алгоритм обучения отслеживает изменение ошибки, получаемой на данной выборке. Если ошибка начинает расти, при уменьшении ошибки обучения, то имеет место переобучение [1].

Программа AnfisEdit позволяет использовать два алгоритма обучения: стандартный алгоритм обратного распространения ошибки и алгоритм hybrid, о котором подробнее можно прочитать в источнике [1]. В ходе работы был использован алгоритм hybrid.

После обучения сети можно посмотреть результат при помощи кнопки Test Now. На любом из видов выборки на графике будет четко показано попадание сети в обучающую, проверочную либо выборку, предназначенную для пробного тестирования сети.

Открыв через View-Rules окно для просмотра правил, можно увидеть, по каким нечетким правилам сеть работает с данными. При помощи имеющихся ползунков можно изменять вручную значения переменных и смотреть, что получается в итоге нечеткого вывода.

Если перейти в окно Surface через тот же View, можно увидеть поверхность отклика – зависимость выходных переменных от входных. В ходе обучения можно наблюдать за изменением вида поверхности, что бывает полезным. Подробнее об этом можно прочитать в источнике [1].

В ходе работы были проделаны эксперименты с множеством вариаций структуры сети: различные функции активации, различное количество входов сети, различное количество функций активации на каждый вход, различные входные вектора. При достаточно малом количестве функций активации сеть показывает полностью адекватный обучающей выборке результат (не допускается переобучение). Более того, в задаче прогноза сеть показывает себя не хуже перцептрона, а при краткосрочном прогнозе вообще достигнута ошибка в  $1,0832 \cdot 10^{-5}$ , что является довольно приличным результатом [3].

Интересно, что гибридная сеть достигает малой ошибки обучения за довольно малое количество эпох обучения. В ходе экспериментов количество эпох не превышало 30.

### **Библиографический список**

1. Круглов В.В., Дли М.И., Голубов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. – М., 2004.
2. Терехов В., Ефимов Д., Тюкин М. Нейросетевые системы управления. – М.: Высшая школа, 2003.
3. Ким М.А. Разработка методики долгосрочного планирования электропотребления. – Пермь, 2007.

## **Секция 5**

# **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО- УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

## МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ ИНТЕРФЕЙСНЫЙ МОДУЛЬ СБОРА И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ПРИБОРОВ

Студенты гр. ЭВТ-07 ПГТУ Е.И. Андреев, А.А. Темичев,  
старший преподаватель кафедры ИТАС ПГТУ  
А.В. Кычкин,

научный руководитель: д-р экон. наук, профессор  
кафедры ИТАС ПГТУ Р.А. Файзрахманов

**Ключевые слова:** микропроцессорные системы, медицинский прибор, сбор и обработка сигналов, интерфейс, принципиальная электрическая схема.

В связи со стремительным техническим развитием современной медицинской техники и использованием в ней все более сложных наукоемких технологий и компонентов возможности медицинской аппаратуры возрастают. В данной ситуации, наряду с множеством положительных моментов, выявляется и один существенный отрицательный аспект – стоимость такой техники доходит до нескольких десятков тысяч долларов. Для отечественной медицины на современном этапе развития это играет решающую роль. В частности, проведение диагностики сердечно-сосудистой системы традиционными методами с использованием средств ультразвукового исследования достаточно трудоемко и малопродуктивно. С целью повышения эффективности данных работ, связанных с обследованием человека, а также создания отечественной альтернативы дорогостоящему зарубежному оборудованию, и были начаты работы по созданию микропроцессорной (МП) системы сбора биомедицинских сигналов. Система способна обрабатывать два вида сигналов разной природы одновременно.

В ходе создания МП системы сбора биомедицинских сигналов был разработан модуль, выполняющий аналого-цифровое преобразование данных.

Общая структурная схема модуля включает в себя (рис. 1):

– микроконтроллер (МК) – осуществляет аналого-цифровое преобразование сигналов, идущих с АЦП1 (данным сигналом может быть, например, сигнал с датчика пульсовой волны, необходимый для измерения формы пульсовой волны) и АЦП2 (данным сигналом может быть, например, сигнал с электрокардиографа), формирование

пакета данных и последующую их передачу через И на ПК, для последующей обработки и анализа;

– интерфейс (И) МК < - > ПК – служит для связи микроконтроллера и ПК. В нашем случае используется мост USART (универсальный синхронно-асинхронный приемопередатчик) < - > USB (универсальная последовательная шина).

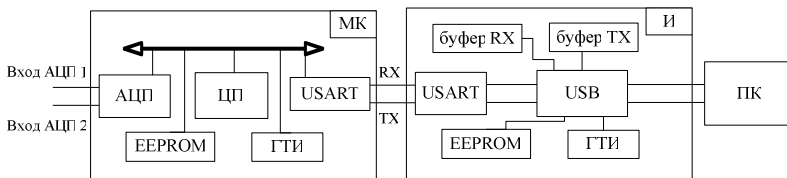


Рис. 1. Структурная схема системы

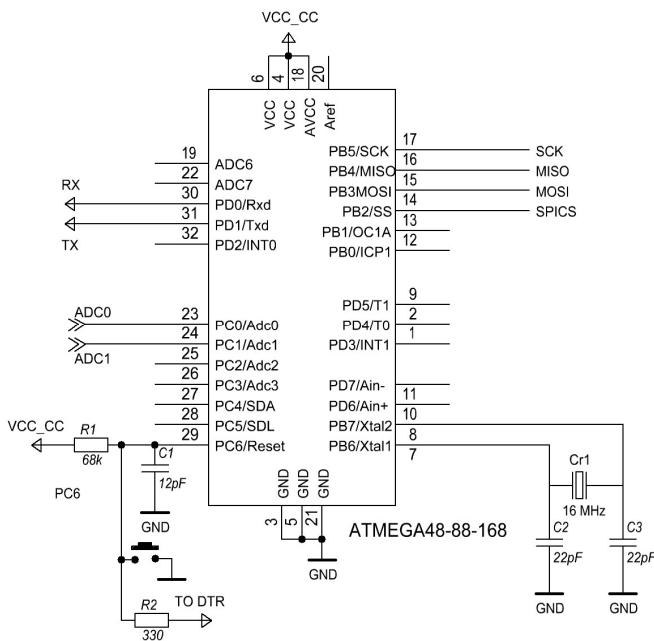


Рис. 2. Принципиальная схема включения микроконтроллера AVR Atmel ATmega8-16PU в медицинском приборе

Более подробно данные компоненты будут рассмотрены ниже в составе индивидуальных принципиальных схем.

Основой устройства является 8-разрядный микроконтроллер серии AVR Atmel ATmega8-16PU (рис. 2), содержащий: быстрый RISK-процессор, два типа энергонезависимой памяти (Flash-память программ и память данных EEPROM), оперативную память RAM, порты ввода/вывода и различные периферийные интерфейсные схемы (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики МК AVR Atmel ATmega8-16PU

Параметр	Номинал
Flash, Кбайт	8
EEPROM, Байт	512
RAM, Кбайт	1
ISP (I), Self-Prog (S)	I, S
I/O (Pins)	23
Интерфейсы	UART, SPI, I2C
8/16-bit Timer	2/1
N-канальный ШИМ	3
Аналоговый компаратор	+
N-канальный АЦП 10bit	6/8
Внутренний RC-генератор	+
Сторожевой таймер	+
Апп. умножитель	+
Количество инструкций	130
Vcc (V)	2,7–5,5, 4,0–5,5
Тактовая частота, МГц	0–8, 0–16
Тип корпуса	DIP28, TQFP32, MLF32

Выбор данного микроконтроллера обусловлен его низкой стоимостью и хорошими функциональными возможностями, в отличие от конкурентов, находящихся в данном ценовом диапазоне (в частности, микроконтроллер PIC16C72 компании «MicroChip» имеет куда более скромные функциональные возможности, при гораздо более высокой цене), что особенно важно, микроконтроллер не требует дорогого программатора и имеет встроенный последовательный интерфейс [1].

В качестве моста, связующего МК и ПК, используется микросхема FTDI FT232R. Микросхема FTDI FT232R (рис. 3) (FT232RL и FT232RQ)

является высокоинтегрированным переходником USART < - > USB, позволяющим при использовании минимума внешних компонентов (разъем и пассивные компоненты) организовать последовательный обмен данными с шиной USB компьютера. У FT232R на кристалл интегрированы тактовый генератор, энергонезависимая память EEPROM, часть внешних пассивных компонентов [2].

Схема включения FT232R очень проста и содержит в себе самый минимум элементов. Единственной сложностью в ее разработке являются размеры самой микросхемы – она имеет очень маленький шаг ножек (0,65 мм) и их толщину (0,3 мм). Для распайки схемы модуля понадобится паяльная станция и опыт в пайке SMD-компонентов (по заявлениям производителя, микросхема FT232RL выдерживает сильный перегрев и хорошо защищена от статики, что позволяет произвести распайку обычным паяльником с тонко заточенным жалом).

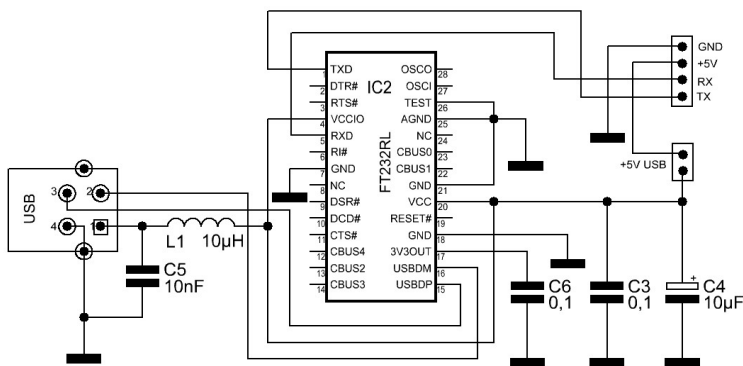


Рис. 3. Принципиальная схема включения FTDI FT232R

Основные возможности и особенности микросхемы переходника USART < - > USB представлены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики FTDI FT232R

Параметр	Номинал
Интерфейс	USB 1,1, USB 2,0, USART
Внутренний генератор	+
Напряжениями внешней логики	от 1,8 до 5 В
Напряжения питания	3,3 и 5 В
Встроенный стабилизатор на 3,3 В	+
Скорости обмена	до 3 Мбод
Температурный диапазон	от -40°C до +85°C
Уникальный ИД номер	+

В результате был получен недорогой и многофункциональный МП модуль. В зависимости от программного обеспечения данный модуль способен оцифровывать до 8 сигналов разной природы одновременно. Данные в компьютер передаются по интерфейсу USB (также данный интерфейс позволяет запитать весь МП модуль от системы питания компьютера), что обеспечивает универсальность модуля.

### **Библиографический список**

1. URL: [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2486.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2486.pdf).
2. Файзрахманов Р.А., Кычкин А.В. Автоматизированная система дистанционного сбора и обработки информации с датчиков пульсовой волны // Автоматизированные системы управления и информационные технологии: матер. Всерос. науч.-практ. интернет-конф. – Пермь, 2006.

## **УДАЛЕННАЯ ТЕЛЕМЕТРИЯ И УПРАВЛЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА RTCU-D4**

**Аспирант кафедры ИТАС ПГТУ А.Б. Федоров,**  
научный руководитель: старший преподаватель  
кафедры ИТАС ПГТУ *А.В. Кычкин*

**Ключевые слова:** микропроцессорные системы, удаленная телеметрия и управление, программируемый логический контроллер.

В настоящее время современные учебно-лабораторные стенды на базе программируемых логических контроллеров (ПЛК) в основном разрабатываются крупными производителями и поставщиками программно-технических средств автоматизации технологических процессов или инженерными центрами некоторых технических вузов, ведущих подготовку специалистов по автоматизации технологических процессов. Как правило, стенды, разрабатываемые крупными производителями и поставщиками программно-технических средств автоматизации, имеют качественное внешнее оформление, функционально закончены, но достаточно узко специализированы и имеют сравнительно высокую стоимость. Среди учебно-лабораторных ком-



плексов этого класса можно выделить стенды, поставляемые компанией «Модульные системы Торнадо» (г. Новосибирск) и группой компаний «ТЕКОН» (г. Москва).

Универсальный лабораторный стенд на базе ПЛК RTCU-D4, разрабатываемый в ПГТУ на кафедре ИТАС, призван решить проблемы, приходящие другим лабораторным стендам подобного класса.

Лабораторный стенд для удаленной телеметрии и управления должен быть совместим с новейшим программным и техническим обеспечением и иметь возможность дальнейшей модификации, т.е. обладать свойствами открытых систем. Конструкция лабораторного стенда должна быть эргономичной и занимать небольшую площадь, иметь свойство мобильности, быть легкой в обслуживании и потреблять мало электроэнергии. Лабораторный стенд должен быть универсальным и пригодным для проведения лабораторных работ по различным дисциплинам. Для понимания физической сущности процесса управления должны использоваться реальные объекты управления (ОУ) или их физические модели.

В настоящее время в ПГТУ разрабатывается универсальный лабораторный стенд, удовлетворяющий вышеперечисленным требованиям. Разработанный универсальный лабораторный стенд будет иметь в своем составе следующие компоненты:

1. Лабораторный стенд на базе ПЛК RTCU-D4 MAX.
2. Комплект простых периферийных устройств ввода/вывода (клавиатура, светодиодные индикаторы).
3. Комплект соединительных проводов.
4. Среду разработки RTCU IDE со встроенным симулятором.
5. Кабель для программирования.
6. Блок питания (опционально).

Особенностью универсального лабораторного комплекса является использование современных технологий автоматизации и принципа построения открытых систем. Среди них: стандарт на средства программирования современных программируемых логических контроллеров IEC 61131-3 (МЭК 61131-3), который полностью реализован в инструментальной системе программирования контроллеров RTCU IDE.

Основу блока управления составляет программируемый логический контроллер RTCU-D4, связанный с ПК через интерфейс RS-232C. ПЛК RTCU-D4 имеет следующие особенности [1]:

- 12 дискретных каналов ввода;

- 12 дискретных каналов вывода;
- 4 аналоговых 10-разрядных канала ввода;
- 4 аналоговых 10-разрядных канала вывода;
- встроенный GSM-модем;
- программирование через интерфейс RS232.

Внешний вид ПЛК RTCU-D4 показан на рис. 1.

В методических рекомендациях описаны общие принципы использования лабораторного комплекса в учебном процессе без привязки к конкретному предмету.



Рис. 1. Внешний вид ПЛК RTCU-D4

В методических указаниях содержатся следующие разделы:

- структура лабораторного стенда;
- описание ПЛК RTCU-D4 MAX;
- общие сведения о языке программирования ST-стандарта IEC61131-3;
- среда разработки RTCU IDE.

Все эти сведения позволяют освоить методику работы на описываемом лабораторном стенде.

На лицевую панель стенда выведены: 16-символьный 2-строчный жидкокристаллический дисплей со встроенной подсветкой, светодиодные индикаторы статуса работы ПЛК RTCU-D4, переключатели режимов работы и кнопка «сброс», а также разъемы дискретных и аналого-

вых каналов ввода/вывода. Лицевая панель имеет размеры 250×70 мм и представлена на рис. 2.

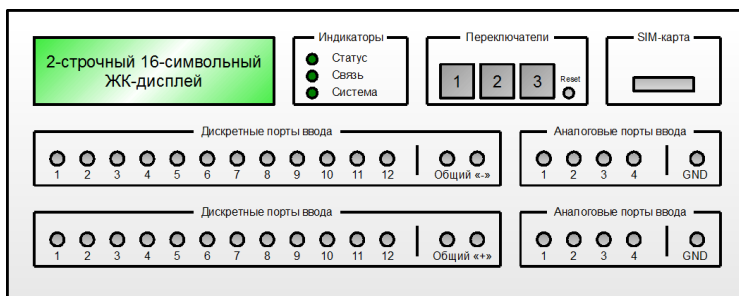


Рис. 2. Лицевая панель универсального лабораторного стенда на базе ПЛК RTCU-D4

Для программирования ПЛК RTCU-D4 используется язык программирования ST-стандарта IEC61131-3 [2]. Язык ST (Structured Text, структурированный текст) представляет собой язык высокого уровня, имеющий черты языков Pascal и Basic.

С помощью языка ST можно легко реализовывать арифметические и логические операции (в том числе побитовые), безусловные условные переходы, циклические вычисления; возможно использование как библиотечных, так и пользовательских функций. Язык также интерпретирует более 16 типов данных.

Интегрированная среда разработки RTCU IDE содержит большой перечень особенностей, таких как контроль над проектом, интерактивная справка, встроенная подсветка синтаксиса, мастера генерации кода, запись голосовых сообщений для последующей передачи в ПЛК и т.д. Встроенный симулятор позволяет полностью имитировать все особенности устройства RTCU, такие как GSM-телефон, передача SMS-сообщений, ЖК-дисплей, каналы аналогового и дискретного ввода/вывода, а также производить мониторинг состояния лабораторного стенда.

Перечень проводимых лабораторных работ с использованием универсального лабораторного стенда постоянно расширяется.

Лабораторный стенд может использоваться для подготовки инженеров по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств» при проведении лабораторных и практических работ по дисциплинам «Теория автоматического управления»,

«Технические средства автоматизации», «Системы автоматики», «Архитектура промышленных контроллеров и компьютеров», «Автоматизация технологических процессов и производств», «Микропроцессорные системы».

Лабораторный стенд является эффективным инструментом, позволяющим получить практические навыки работы с контроллерным оборудованием, технологическими языками программирования, средствами разработки и отладки приложений визуализации технологических процессов. Стенд является проектно-компонуемым изделием, что позволяет настраивать его под требования конкретных задач.

Невысокая стоимость, широкая функциональность, современный дизайн, компактность, простота обслуживания и законченность разработки делают возможным оснащение подобными лабораторными стендами учебных лабораторий вузов и учебных центров.

### **Библиографический список**

1. Использование микропроцессорного устройства MX2i в управлении подвижными объектами / Р.А. Файзрахманов, А.В. Кычкин, Р.Р. Бакунов, А.О. Кузьмин, А.С. Мехоношин // Сборник научных статей 1-й Междунар. Науч.-практ. конф. – Пермь, 2008.

2. Создание программного обеспечения для модулей удаленной телеметрии и управления подвижным объектом / А.В. Кычкин, Р.А. Файзрахманов, Т. Франк, К. Беш // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике: матер. 1-й Всерос. науч.-техн. конф. – Пермь, 2007.

## УПРАВЛЯЕМЫЙ ВОДЯНОЙ ЭКРАН

**Студент гр. КРЭС-04-1 ПГТУ В.С. Азимов,**  
научный руководитель: канд. техн. наук, доцент  
кафедры КРЭС ПГТУ *В.В. Киселев*

Разработанная светогидродинамическая установка предназначена для создания динамического водяного экрана, на котором возможно формировать плоские проекции. Установка может применяться на различных шоу для создания заднего фона, например на сцене. На всевозможных выставках в рекламных целях СГДУ возможно создание следующих проекций:

- ленты разнообразных узоров;
- полосы воды параллельные и горизонтальные, также полосы могут динамически сходиться и пересекаться под разными углами;
- надписи с невысоким разрешением;
- имитация дождя;
- не очень динамичные анимации, если данный экран застробировать лампами-вспышками;
- вода может ярко светиться, если в нее добавить люминофор и подсветить экран ультрафиолетовыми лампами, но при этом свет в помещении должен быть слегка приглушен.

В настоящее время такие установки есть только за рубежом и их крайне мало. У многих установок имеется существенный недостаток – очень короткий участок, где формируется не искаженная гравитацией проекция.

Технические характеристики СГДУ:

- данная установка мобильна и монтируется в любом месте;
- для ее установки требуется поверхность размерами 1×6 м, если есть возможность закрепления ее за верхний конец;
- высота установки 6 м;
- устанавливаться должна в безветренном месте, чтобы не происходило разбрызгивание рабочей жидкости;
- объем рабочей жидкости 1,2 м<sup>3</sup>;
- в процессе работы жидкость циркулирует в установке;
- участок проекции, не искаженный гравитацией до 4 м;

- питание осуществляется от бытовой однофазной сети переменного тока напряжением 220 В;
- необходимо заземление;
- управление установкой ведется переносным компьютером с установленной в него операционной системой Windows XP и специализированным программным обеспечением;
- компьютеры должны быть оснащены разъемом USB;
- после монтажа установки не требуется регулировка;
- после запуска не требуется наличие оператора, все управление осуществляется компьютером по заранее написанной программе.

Структурная схема СГДУ представлена на рис. 1.

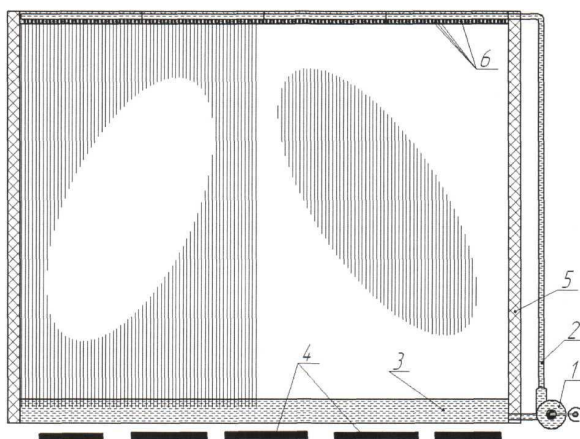


Рис. 1. Структурная схема СГДУ

Насос 1 нагнетает воду по напорной трубе 2 к распределительной магистрали, расположенной на верхней перекладине опорных ферм 5, на верхней же ферме располагаются и клапаны 6. Падающая вода принимается бассейном-лотком 3. Подсветка осуществляется прожекторами 4, возможное расположение снизу, сбоку, сверху, а также с фронтальной или тыльной стороны от поверхности экрана.

Структурная гидравлическая схема дана на рис. 2.

Вода из бассейна-лотка 2, 3 через фильтр грубой очистки попадает в насос 4. Насос нагнетает воду через фильтр тонкой очистки по напорной магистрали вверх к гидрораспределителям (ГР). Чтобы во время простоев вода не вытекала через насос обратно в бассейн, установ-

лен обратный клапан 6, наличие этого клапана позволит сократить время выхода в рабочий режим. Напорная магистраль имеет достаточно большое сечение, способное обеспечить постоянство расхода. Для поддержания в напорной магистрали необходимого давления установлены регулятор расхода 1 и манометр 9. Таким образом, вода постоянно циркулирует в системе, что оптимизирует работу насоса. Для слива и монтажно-демонтажных работ установлены вентили 8 и 9.

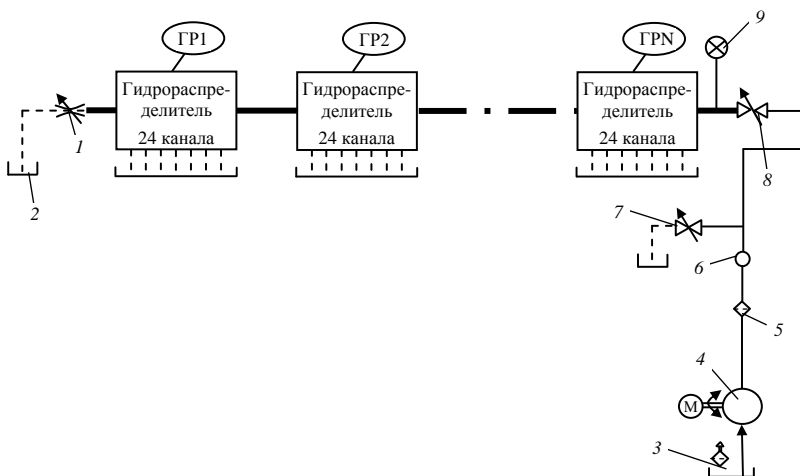


Рис. 2. Структурная гидравлическая схема

Структурная схема гидрораспределителей показана на рис. 3.

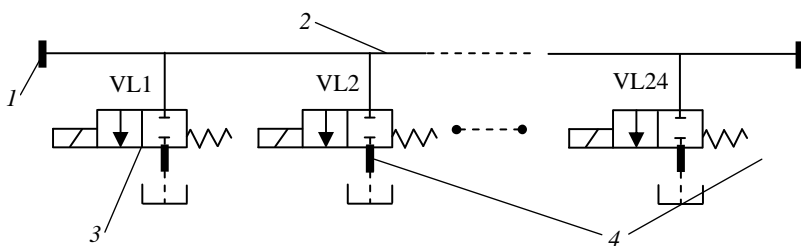


Рис. 3. Структурная схема гидрораспределителей

Напорная магистраль 2 соединяется непосредственно с электроклапанами 3. На выходе электроклапанов установлены форсунки 4. Подключается гидрораспределитель фланцем 1.

Структурная электрическая схема показана на рис. 4.

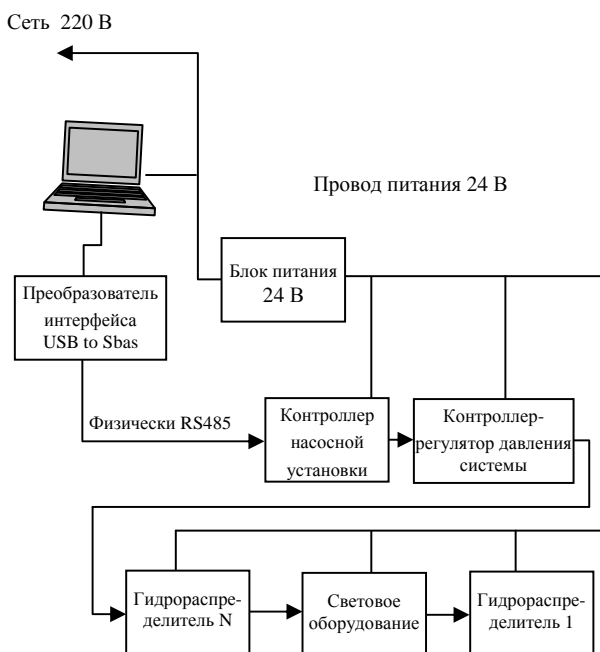


Рис. 4. Структурная электрическая схема

Установка состоит из отдельных пассивных модулей. Каждый модуль выполняет минимальную функцию. Питание модулей производится постоянным напряжением 24 В. Управление модулями производится протоколом S-Bas, физический интерфейс RS485. Все модули работают в режиме SLAVE. Обращение к ним производится по адресу. MASTER-устройством является персональный компьютер (ПК) с установленным в него программным обеспечением.



## **ИЗВЕЩАТЕЛЬ-СИГНАЛИЗАТОР НА ВЗРЫВООПАСНЫЕ ГАЗЫ**

**Студент гр. КРЭС-04 ПГТУ Е.В. Чернецов,  
научный руководитель: технический директор  
ООО «КАМА-Контракт» Е.А. Лутцев**

В настоящее время весьма актуальной является проблема обеспечения индивидуальной безопасности. Воздушная среда, которая нас окружает, может иметь в своем составе не только источник жизни – кислород, а также и опасные вещества в виде токсичных и взрывоопасных газов. Токсичные газы образуются, в частности, при выхлопах автомобиля, неполном сгорании топлива в печи или камине, выделяются из современных отделочных материалов и упаковок. При отоплении жилища человека в большом числе случаев применяется газообразное топливо – естественный газ. В одной лишь Москве 2 млн газовых плит и 180 тыс. водонагревательных колонок. Участились взрывы в квартирах, коттеджах и на дачах из-за неправильного обращения с газовыми плитами и отопительными газовыми установками, наряду с этим намечается перевод квартир и домов на местное газовое отопление, которое намного эффективнее централизованного. Следовательно, возникает острая необходимость в системе безопасности на основе газочувствительных приборов.

Газосигнализаторы предназначены для установки в квартирах, на дачах, в саунах, гаражах и небольших котельных. Эти приборы выполняют функции предупреждения о появлении опасного газа, а некоторые из них автоматически, при срабатывании сигнализации, перекрывают газопровод с помощью электромагнитного клапана.

Приборы бытового класса предназначены для обеспечения безопасности жилища человека. Это стационарные приборы, устанавливаемые в местах возможного газовыделения. Приборы для контроля метана ( $\text{CH}_4$ ), какой преобладает в природном газе и легче воздуха, устанавливают на кухнях около газовой плиты, под воздухозаборником или по ходу воздушного потока от горелки плиты. Оптимальным является размещение газочувствительного сенсора на расстоянии примерно 0,5–1,5 м от горелки с применением пылезащитного фильтра. Запитывается стационарный газосигнализатор от сетевого напряжения 220 В с помощью понижающего трансформатора-адаптера.

Порог аварийного срабатывания прибора для горючих газов – это 10 или 20 % от нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР).

У метана ( $\text{CH}_4$ ) НКПР равен 5 % объемных долей, следовательно, 10 и 20 % – это 0,5 и 1,0 % объема метана в воздухе.

В основе любого газоаналитического прибора лежит использование газочувствительного сенсора. Именно этот элемент определяет технические характеристики прибора в целом. Принцип действия сенсора довольно прост – в нем реакция от контролируемого газа преобразуется в электрический сигнал. Для проектируемого сигнализатора выбран термокаталитический сенсор.

Использование термокаталитического принципа особенно эффективно при обнаружении горючих газов и паров. Газ поступает на два миниатюрных керамических шарика, в каждом из которых находится платиновая спираль, нагреваемая протекающим током примерно до 450 °С (рисунок).

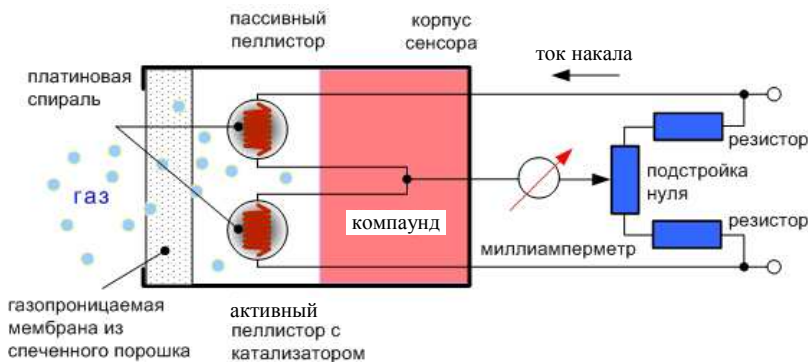


Рис. Структурная схема термокаталитического сенсора

Один из шариков (так называемый активный пеллистор) имеет каталитическое покрытие, которое окисляет газ при температуре, создаваемой рабочим током, что приводит к повышению его температуры. Это повышение можно измерить благодаря изменению сопротивления платиновой спирали по сравнению с пассивным пеллистором; в диапазоне 0–100 % нижнего предела взрываемости (НПВ) газа оно будет пропорционально концентрации газа.

В качестве «мозга» сигнализатора используется 8-битный микроконтроллер AtMega8 фирмы «Atmel». Программа написана в компиляторе WinAVR на языке «С».

Микроконтроллер циклически считывает информацию с сенсора, преобразует и выводит на ЖК дисплей ее цифровое и графическое представление. При превышении порога включается сигнализация и поступает сигнал на клапан, перекрывающий газопровод. Используется электромагнитный газовый клапан с ручным взводом «КЭМГ».

Питание прибора ~ 220 В. При отсутствии напряжения в сети сигнализатор переходит в экономичный режим и питается от батарей. В экономичном режиме отключается дисплей.

Безопасность обеспечивается искробезопасным питанием прибора и защитой самого чувствительного сенсора.

### **Библиографический список**

1. Шпак Ю.А. Программирование на языке С для AVR- и PIC- микроконтроллеров. – Киев: МК-Пресс, 2006.
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL. – 2-е изд., стереотип. – М.: Додека-XXI, 2005.
3. БЭК30. Figaro: Датчики газов. – М.: Додека-XXI, 2003.

## **БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ВАРИАТОРОМ**

**Студент гр. КРЭС-04-1 ПГТУ И.С. Ведерников,**  
научный руководитель: канд. техн. наук, доцент  
кафедры КРЭС ПГТУ *В.Н. Осколков*

Применение вариатора в автомобиле обеспечивает некоторые преимущества в сравнении с четырехступенчатой механической коробкой передач, например такие как плавное изменение текущей передачи без каких-либо перепадов и толчков, автоматическое выведение двигателя на максимальный КПД вне зависимости от нагрузки. Вариаторная трансмиссия широко используется в снегоходах, станках, автомобилях. Преимущества вариатора перед «автоматом» – это экономия топлива, малая масса и некоторое увеличение динамических параметров. Актуальным на сегодняшний день является также

уменьшение нагрузки на водителя, что тоже является результатом использования вариатора. Достигается это прежде всего тем, что с вариатором двигатель постоянно работает на оборотах максимального крутящего момента, но именно в этом и заключается одна из проблем вариатора. При внедрении вариатора существует несколько решений его применения. В основном различия состоят в способах управления вариатором.

Задача данной работы состоит в том, чтобы создать механизм, позволяющий управлять вариатором с наименьшими затратами и высоким КПД, или, по-другому, разработать блок управления для автоматического управления вариатором. При этом должна быть учтена возможность движения автомобиля назад, что осуществляется за счет использования планетарного вариатора.

В общих чертах действие блока управления можно описать следующим образом (рисунок).

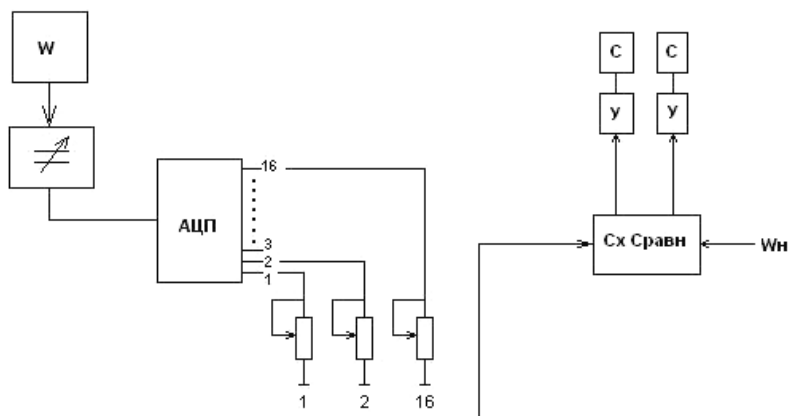


Рис. Схема функциональная

Двигатель выдает обороты  $W$ . С датчика сигнал поступает на конденсатор переменной емкости. Затем на АЦП, у которого имеется 16 выходов, т.е. весь диапазон оборотов двигателя делится на 16 ступеней («передач»). У каждой ступени имеется свой резистор, при помощи которого можно настраивать каждую ступень. Например, перенастройка требуется в случае незначительного изнашивания двигателя. Далее сигнал поступает на схему сравнения. В нее также

поступает сигнал от нагрузки в данный момент  $W_n$ . С учетом двух сигналов схема сравнения либо выдает напряжение на один из выходов, либо нет (в том случае, если  $W$  и  $W_n$  не изменились). Затем это напряжение усиливается и действует на один из соленоидов.

Для разработки схемы электрической принципиальной с учетом требований, изложенных в техническом задании, осуществлен выбор элементной базы. Эксплуатационная надежность элементной базы во многом определяется правильным выбором типа элементов при проектировании (блока управления вариатором) и использовании в режимах, не превышающих допустимые.

Влияние ЭДС-шумов, коэффициентов нелинейности, паразитной емкости и индуктивности и т.д. должно учитываться дополнительно, исходя из конкретных условий применения.

Для правильного выбора типа элементов необходимо на основе требований к установке в части климатических, механических и других воздействий проанализировать условия работы каждого элемента и определить:

- эксплуатационные факторы (интервал рабочих температур, относительную влажность окружающей среды, атмосферное давление, механические нагрузки и др.);
- значения параметров и их допустимые изменения в процессе эксплуатации (номинальное значение, допуск, сопротивление изоляции, шумы, вид функциональной характеристики и др.);
- допустимые режимы и рабочие электрические нагрузки (мощность, напряжение, частота, параметры импульсного режима и т.д.);
- показатели надежности, долговечности и сохраняемости.

Основой схемы является блок сравнения, выполненный на компараторах AD8542. Задатчик состоит из батареи подстроечных резисторов на  $1 \text{ кОм} \pm 10\%$  PVG3G и аналогового мультиплексора – микросхемы DG406EUI.

Список базовых элементов для реализации схемы управления вариатором:

- микросхемы: 78L05, DG406EUI, AD8542, KP1533ИДЗ;
- микроконтроллер: AT90S1200;
- резисторы: 0805-1к 5 % 0,125;
- подстроечные резисторы: PVG3G;

- транзисторы: IRF7456;
- диоды: 1,5KE39CA;
- светодиоды: АЛ336А, АЛ336И;
- резонатор кварцевый на 8 МГц;
- разъем питания электромагнитов и датчика оборотов: 2PLCC20.

## **БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТНЫМ СТОЛОМ**

**Студент гр. КРЭС-04 ПГТУ С.В. Шергин,**  
научный руководитель: начальник лаборатории ОВИТ  
ОАО «ПН ППК» *А.С. Хомутов*

В настоящее время полным ходом идет процесс автоматизации всевозможных систем управления с целью свести влияние человеческого фактора к минимуму либо к его полному замещению программными или аппаратными средствами. Перед оператором, занимающимся испытаниями и тренировками ВОГ, первостепенной задачей ставится определение не только технических характеристик изделия, но и его поведения при заданных эксплуатационных условиях. Сложность обработки полученной информации заключается в том, что стороннее воздействие задается с помощью одной программы в ручном режиме, а снятие выходных характеристик с изделия происходит с помощью другой. Поэтому обрабатывать данные в одном потоке становится трудно, подчас невозможно проводить проверку основных характеристик изделий в рабочих режимах, таких как:

«**Смещение нуля**» – измерение среднего смещения нулевого сигнала;

«**Масштабный коэффициент**» (МК) – измерение нелинейности и нестабильности масштабного коэффициента;

«**Накопление**» – накопление информации по углу за заданный интервал времени;

Проводить настройку изделий, используя технологические режимы:

«**Программирование**» – запись и чтение коэффициентов и адресов осей, хранящихся в энергонезависимой памяти данных контроллера;

«**Тестирование**» – запуск изделия на выполнение тестов и контроль ответной информации.

Задача режима «Смещение нуля» – измерить среднее смещение нулевого сигнала, среднеквадратическое отклонение и спектральную плотность шума. Измерение производится на основании выходных данных изделия, при известных данных об угловой скорости и угле поворота поворотного стола.

Задача режима «Масштабный коэффициент» – измерить погрешности масштабного коэффициента. Принцип измерения погрешности МК основан на сравнении фактического значения угловой скорости, измеренной датчиком, и заданного значения угловой скорости платформы.

Задача режима «Накопление» – суммировать информацию по углу в течение заданного времени и отобразить полученное значение накопленного угла, рассчитать среднюю угловую скорость за время измерения, а также погрешность от действительного накопленного угла поворотным столом.

Как видно из всего этого, нам в любой момент необходимо знать текущее значение показаний ВОГ и поворотного стола. Поэтому первоочередной задачей являлась доработка программы вычислений градуировочных коэффициентов изделия таким образом, чтобы чтение и обработка данных происходили одновременно от ВОГа и от поворотного стола для последующей записи полученных данных в контролер управления ВОГ. Это позволит повысить точность прибора и уменьшить трудозатраты при его испытаниях.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА ООО «КАМА»

**Студент гр. АТПП-05 ПГТУ В.С. Кундиев,**  
научный руководитель: канд. техн. наук, доцент  
кафедры МСА ПГТУ *И.Г. Друзьякин*

Недостатком существующей системы является то, что сигналы с датчиков и сигналы управления являются аналоговыми. Поэтому мной были выбраны: интеллектуальный датчик давления, шаровой клапан с цифровым входом и контроллер с поддержкой протокола ProfiBus:

Шаровой клапан Neles Controls	Выходной цифровой сигнал на базе протокола ProfiBus (4–20 мА). Привод задвижки пневматический, осуществляется от сжатого воздуха с давлением 0,4 МПа. Рабочая температура до 250 °С. Давление до 16 МПа.
Датчик давления интеллектуальный Yokogawa EJX430A	Выходной цифровой сигнал на базе протокола ProfiBus (4–20 мА). Максимальный предел измерений 16 МПа.

[1]

### Honeywell Field Controller

Processor	Pentium III, 500 MHz or similar
RAM memory	64 Mega bytes
Application memory space	16 Mega bytes
Nonvolatile read memory	4 Mega bytes
Calendar clock accuracy	0,5 s/day
PROFIBUS interfaces	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ PB</li> <li>▪ Max. 2</li> <li>▪ 9-pin D-connector, female</li> </ul>
PROFIBUS communication standards	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ RS-485 and EN 50170</li> </ul>

[2]

Применение полевой шины позволит:

- в несколько раз снизить расход на кабель и его прокладку;
- увеличить допустимое расстояние до подключаемых датчиков и исполнительных устройств;
- упростить управление сетью датчиков и исполнительных механизмов;
- упростить модификацию системы при изменении типа датчиков, используемого протокола взаимодействия, добавлении устройств ввода-вывода;



– дистанционно настраивать датчики и проводить их диагностику [3].

Поддержание давления производится с помощью ПИД-регулятора, датчика давления и клапана. Коэффициенты регулятора были рассчитаны в математической части курсового проекта.

Для сравнения были рассчитаны ПИ- и ПИД-регуляторы. Выбран ПИД-регулятор, так как он лучше обрабатывает внутренние и внешние воздействия, причем с меньшим выбросом (рис. 1–4).

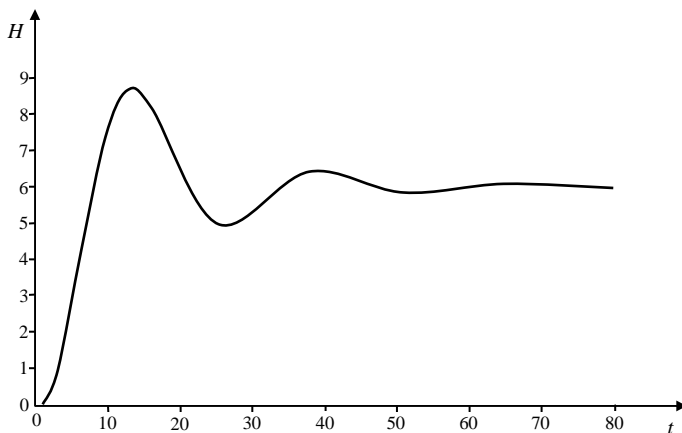


Рис. 1. Переходная характеристика системы с ПИ-регулятором при внешнем возмущении

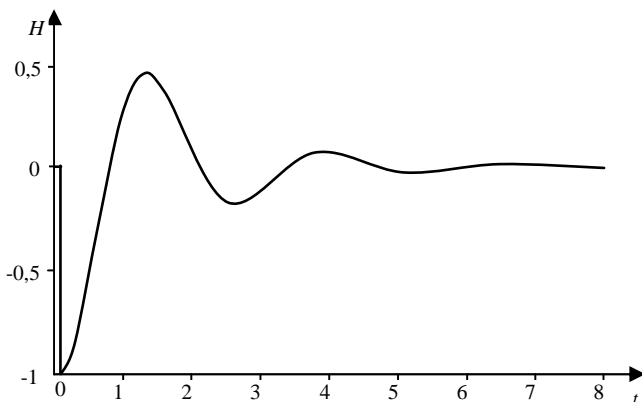


Рис. 2. Переходная характеристика системы с ПИ-регулятором при внутреннем возмущении

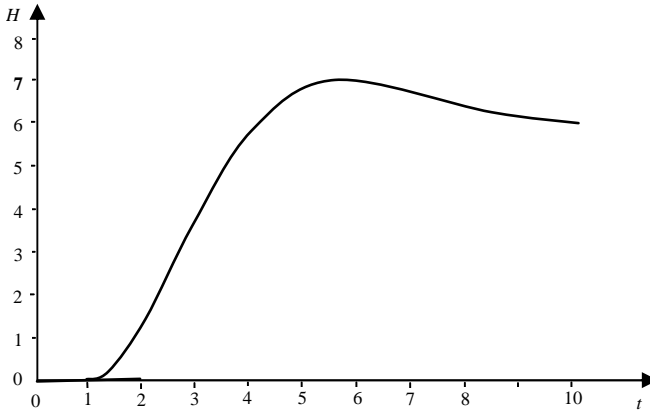


Рис. 3. Переходная характеристика системы с ПИД-регулятором при внешнем возмущении

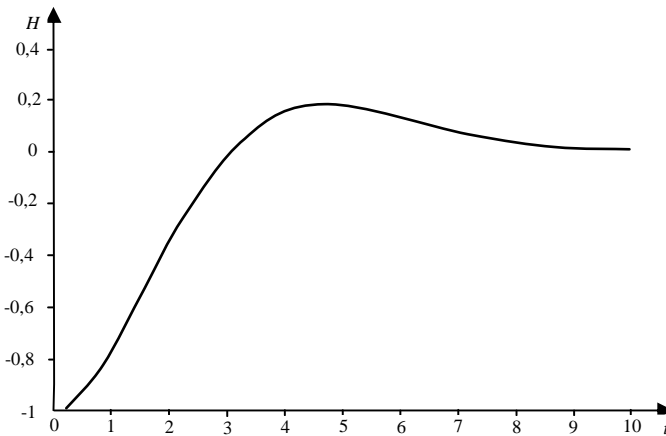


Рис. 4. Переходная характеристика системы с ПИД-регулятором при внутреннем возмущении

Расчет коэффициентов велся по методу Зиглера–Никольса. Он заключается в определении двух параметров  $a$  и  $L$  по переходной характеристике и нахождении коэффициентов по формулам.

Метод Зиглера–Никольса дает далекие от оптимальных значения параметров. Поэтому была применена ручная подстройка. Вот правила ручной подстройки:

- увеличение пропорционального коэффициента увеличивает быстродействие и снижает запас устойчивости;
- с уменьшением интегральной составляющей ошибка регулирования с течением времени уменьшается быстрее;
- уменьшение постоянной интегрирования уменьшает запас устойчивости;
- увеличение дифференциальной составляющей увеличивает запас устойчивости и быстродействие [4].

Полученные коэффициенты:

	ПИ	ПИД
$K$	0,5	4
$T_i$	4,49	18
$T_d$	–	0,75

С учетом этого все переходные процессы были промоделированы в Simulink.

Была написана программа для выбранного контроллера в среде PMD Builder ПИД-регулирования.

### Библиографический список

1. Каталог Метран. – URL: [www.metran.ru](http://www.metran.ru).
2. Каталог Yokogawa. – URL: [www.yokogawa.ru](http://www.yokogawa.ru).
3. URL: [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org).
4. Журнал СТА. – 2008. – № 1.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ОПТОВОЛОКНА ПНПК

Студент гр. АТПП-05 ПГТУ М.Э. Алимбаев,  
научный руководитель: д-р техн. наук, профессор  
кафедры МСА ПГТУ С.В. Бочкарев

Структура и принцип работы оптического волокна (ОВ) (рис. 1)

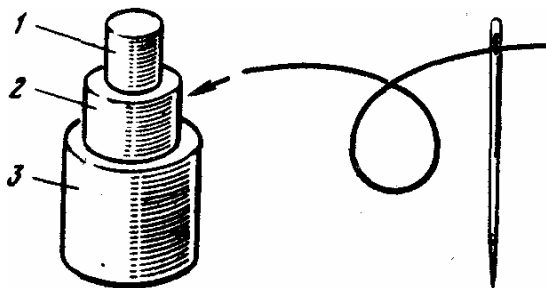


Рис. 1. Структура оптического волокна: 1 – сердцевина,  
2 – светоотражающая оболочка,  
3 – защитно-упрочняющее покрытие [3, 4]

Серцевина служит для передачи электромагнитной энергии. Назначение оболочки – создание лучших условий отражения на границе «серцевина – оболочка» и защита от помех из окружающего пространства. Серцевина волокна, как правило, состоит из кварца, а оболочка может быть кварцевая или полимерная [2–5].

**MCVD-технология.** Фирмой «Bell-Lab» разработана технология, названная **модифицированным химическим паровым осаждением (modified chemical vapor deposition-MCVD)** (рис. 2).

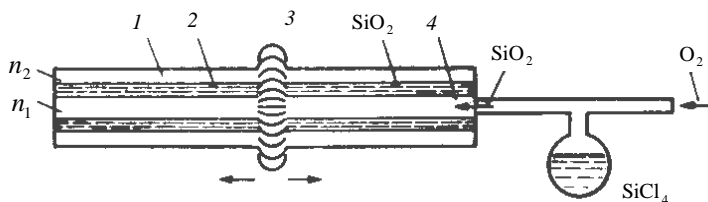


Рис. 2. MCVD: 1 – опорная трубка (оболочка); 2 – осажденные продукты (серцевина); 3 – нагревательная спираль; 4 – газообразный поток кварца [1]

Получение ОВ путем химического осаждения из газовой фазы выполняется в два этапа: изготавливается двухслойная кварцевая заготовка и из нее вытягивается волокно. Изготовление происходит следующим образом.

**Вытягивание волокна.** Вытяжка волокна из заготовки и намотка его на приемный барабан производится при температуре размягчения стекла (1800...2200 °С). Из заготовки длиной в 1 м получается свыше 1 км оптического волокна [1].

**Предложения по улучшению и замене технических средств.**

Mass flow Controller фирмы «Tylan General» заменяем на регулятор расхода фирмы «ЭлТочПрибор» – РРГ-10 (рис. 3).



Рис. 3. Mass flow controller фирмы «ЭлТочПрибор»

Его преимущества по сравнению со старым: быстрое действие выше, меньший вес, совместимость с импортными аналогами.

**Тиристорный привод.** Чтобы не было «конусного» распределения осаждения слоев внутри трубки (нерациональное использование), нужно, чтобы горелка перемещалась с непостоянной скоростью: замедлялась на концах трубок. Это можно решить при помощи тиристорного привода.

Фирма «Mitsubishi Electric» выпускает гамму маломощных сервоприводов серии «Melservo-C», содержащую пять типоразмеров с номинальной мощностью от 30 до 750 Вт, номинальной частотой вращения 3000 об/мин и номинальным моментом от 0,095 до 2,4 Нм.

Фирмой выпускается также гамма частотно-регулируемых сервоприводов средней мощности с номинальной мощностью от 0,5 до

7,0 кВт, номинальной частотой вращения 2000 об/мин и номинальным моментом от 2,4 до 33,4 Нм (рис. 4). Сервоприводы серии MR-C фирмы «Mitsubishi» успешно заменяют шаговые двигатели, поскольку их системы управления полностью совместимы (импульсный вход), но при этом лишены недостатков, присущих шаговым моторам.



Рис. 4. Сервопривод «Melservo-C»  
фирмы «Mitsubishi electric»

Сервопривод «Melservo-C» позволяет вам выбрать сервомотор нужных функциональных и технических возможностей и имеет размеры всего лишь 40 мм в ширину и 130 мм в высоту. Этот компактный, но достаточно мощный сервопривод имеет в стандартном наборе такие расширенные функции, как автонастройка в реальном масштабе времени и адаптивная система управления, а также энкодер с последовательным каналом связи. Несмотря на большое количество функций, эта серия сервоприводов максимально проста в эксплуатации и предельно доступна даже для неопытных пользователей. Данный сервомотор является уникальным в своем роде, поскольку он может работать с широким диапазоном различных приложений, таких как:

- оборудование в электронной промышленности (набивка, раскладка, пайка, точное сверление и т.д.);
- устройства для точного перемещения и позиционирования.

**Пирометр.** Старый пирометр заменяется на более современный фирмы «Кельвин» (рис. 5).

### **Применение оптоволоконна.**

**Волоконно-оптический гироскоп (ВОГ).** Этот прибор в ряде случаев может полностью заменить сложные и дорогостоящие электромеханические (роторные) гироскопы и трехосные гиросtabilизированные платформы. Возможность создания реального высокочувствительного ВОГ появилась лишь с промышленной разработкой одномодового диэлектрического световода с малым затуханием. Именно конструирование ВОГ на таких световодах определяет уникальные свойства прибора. К этим свойствам относят:

- ничтожное потребление энергии, что имеет немаловажное значение при использовании ВОГ на борту;
- высокую помехоустойчивость, низкую чувствительность к мощным внешним электромагнитным воздействиям благодаря диэлектрической природе волокна.



Рис. 5. Пирометр «Кельвин»

**Оптоволоконные кабели** [5, 6]. Оптический кабель предназначен для передачи информации, содержащейся в модулированных электромагнитных колебаниях оптического диапазона. В настоящее время используется диапазон длин волн от 0,8 до 1,6 мкм, соответствующий ближним инфракрасным волнам оптического диапазона.

**Импульсный режим.** Принцип применяется в оптической технике связи, а именно, для важного случая поиска места повреждения световодного кабеля. Оптический локационный импульс посылается

в испытуемый кабель, а в качестве индикатора повреждения используется отраженный свет. Отражения появляются при этом от всех неоднородностей световода, особенно там, где световод разрушен. Из разности времен пробега, измеренной на осциллографе, можно вычислить место повреждения кабеля с точностью до 1 м.

**Новейшие электронные компоненты систем оптической связи.** В последние годы наряду с когерентными системами связи развивается альтернативное направление: солитоновые системы связи. Солитон – это световой импульс с необычными свойствами: он сохраняет свою форму и теоретически может распространяться по «идеальному» световоду бесконечно далеко. Солитоны являются идеальными световыми импульсами для связи. Длительность солитона составляет примерно 10 триллионных долей секунды (10 пс). Солитоновые системы, в которых отдельный бит информации кодируется наличием или отсутствием солитона, могут иметь пропускную способность не менее 5 Гбит/с на расстоянии 10 000 км.

Такую систему связи предполагается использовать на уже построенной трансатлантической линии ТАТ-8.

### **Библиографический список**

1. Техническая документация предприятия ПНППК.
2. Бурков В.Д., Иванов Г.А. Физико-технологические основы волоконно-оптической техники. – М.: Изд-во МГУЛ, 2007.
3. Ларин Ю.Т. Оптические волокна. – М.: Информэлектро, 1985.
4. Физические основы волоконной оптики / Т.В. Волошина, И.В. Кавецкая, Л.Ю. Леонова, В.А. Шульгин. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005.
5. Оптические кабели многоканальных линий связи / сост. А.Г. Мурадян, И.С. Гольдфарб, В.Н. Иноземцев. – М.: Радио и связь, 1987.
6. Оптические кабели / сост. И.И. Гроднев, Ю.Т. Ларин, И.И. Теумен. – М.: Энергоатомиздат, 1991.



## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЛИНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ОДНОРАЗОВОЙ ПОСУДЫ**

**Студент гр. АТПП-05 ПГТУ М.Е. Бураков,**  
научный руководитель: д-р техн. наук, профессор  
кафедры МСА ПГТУ *В.П. Казанцев*

Целью настоящей работы стало исследование автоматической системы управления экструзионной линией. В данной работе рассмотрены: технологический процесс производства пленки глубокой вытяжки; процесс термоформования одноразовой посуды; управляющая система на различных участках технологического цикла; представлена альтернатива существующей автоматической системе управления линией по производству пленки глубокой вытяжки, разработанная автором работы; произведена настройка регуляторов температуры в зоне обогрева шнека экструдера.

Стандартный процесс изготовления одноразовой посуды выглядит следующим образом. Сырье доставляется на производство в виде гранул. Они подаются в плоскощелевой экструдер – машину, где получается расплав, который перемешивается с помощью шнекового пресса. Затем выдавленную через плоскую щель массу с помощью больших валов (каландров) превращают в лист, толщина которого может быть от долей миллиметра до нескольких миллиметров. Далее полученный лист в намоточном устройстве сматывается в рулон.

Затем лист поступает в формовочную машину. С помощью пресс-форм получают стаканчик или тарелку, которые здесь же или чуть позже вырубаются из листа. Переход на новое изделие осуществляется после изготовления или покупки соответствующей пресс-формы [1, 2, 3].

Управляющая система представляет собой автоматическую систему управления рабочими процессами на установке для получения пленки глубокой вытяжки. С устройств измерения, управления и регулирования на установке получают данные, используемые для управления технологическими процессами. Автоматизированная система работает на основе заданных значений технологических параметров.

*Система управления линией должна решать следующие основные задачи:*

- оперативный сбор информации о состоянии техпроцесса;

- выдача управляющих воздействий функциональным узлам;
- отображение на рабочем месте оператора информации о процессе;
- обеспечение безопасности и надежности процесса;
- протоколирование в реальном времени параметров техпроцесса.

*Общие технологические задачи, решение которых не обходится без систем управления:*

- поддержание в заданных технологических пределах температур зон нагрева шнеков и валков;
- обеспечение целостности изготавливаемой пленки;
- поддержание точных геометрических размеров экструдера;
- контроль усилий, действующих на изделия в технологической линии;
- измерение длины изготавливаемой пленки (данные взяты из документации ООО «Урах-Utity»).

Эти задачи во многом взаимосвязаны, поэтому более подробно рассмотрим только отдельные из них.

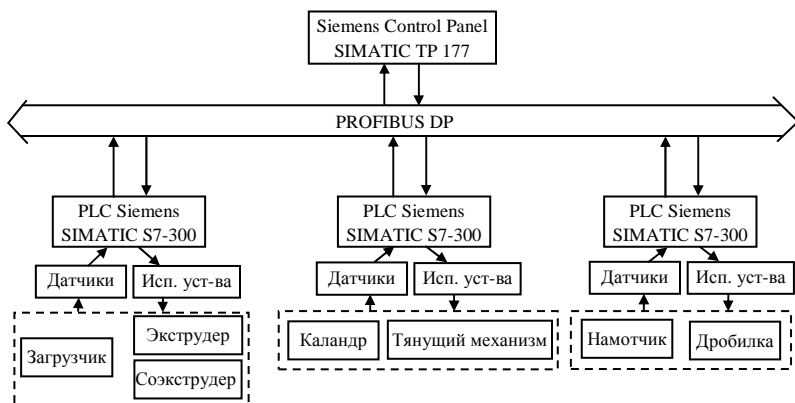


Рис. 1. Существующая система управления

При анализе литературы становится понятно, что истинно полный контроль над экструзионным процессом на практике не достигается. Для того чтобы систему можно было назвать системой истинно полного контроля, она должна осуществлять контроль следующим образом: контролируемый процесс должен рассматриваться как система из многих переменных, взаимосвязь которых полностью извест-

на и учитывается в системе контроля. Однако большинство микро-процессорных систем контроля, управляющих параметрами расплава полимера экструдата, более напоминают набор несвязанных обратных связей, каждая из которых регулирует только один параметр.

Наиболее важными параметрами процесса экструзии являются давление и температура. Они наиболее точно показывают, насколько правильно функционирует экструдер. Именно датчики давления и температуры первыми откликаются на изменения в ходе процесса [1].

Существующая система управляется промышленными контроллерами фирмы «Siemens» (рис. 1, 2). При помощи данных контроллеров осуществляется достаточно полное и точное управление всеми процессами (данные взяты из документации ООО «Uрах-Utility»).

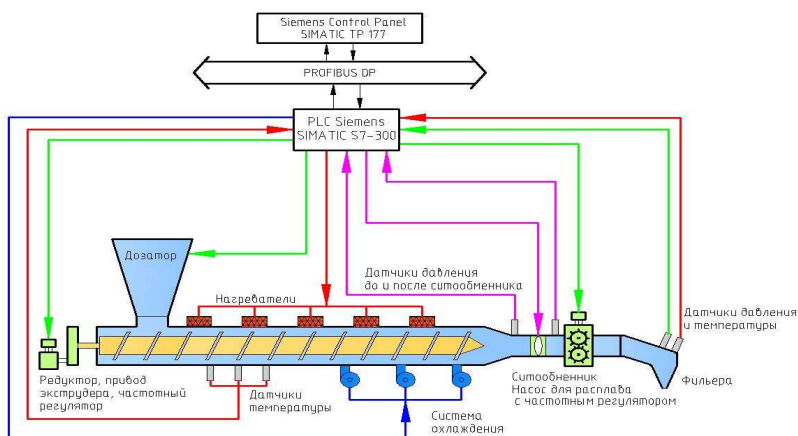


Рис. 2. Система управления экструдером

Однако существующая система имеет ряд недостатков, поэтому далее будет представлена альтернатива существующей системе, разработанная самим автором проекта (рис. 3). В ее основу положена PC-based-структура.

Преимущества автоматизации на базе PC:

- интеграция на одной платформе функций управления и визуализации;
- непрерывные инновации в PC-технологии;
- интеграция различных коммуникаций с разных коммуникационных портов;

– простая интеграция программного обеспечения, такого как MS Office, и специального написанного на C++, VB, Delphi.



Рис. 3. Новая система управления

В качестве PC-based-платформы был использован продукт фирмы «Advantech». Основу аппаратной части системы управления экструзионной линией составит промышленный компьютер и платы ввода-вывода фирмы «Advantech», дублирующими устройствами регулирования температуры выступят терморегуляторы «Термодат-22» [5, 6].

Контроль температуры цилиндра и формирующего инструмента (фильеры) экструдера необходим для обеспечения постоянства вязкости полимера, а также для обеспечения стабильности размеров формируемой пленки и ее механических свойств.

В системе будет осуществляться плавное регулирование температуры. Сигналы с терморезисторов будут поступать на ПИД-регуляторы, которые, в свою очередь, будут управлять семисторными нагревателями. Чтобы настроить ПИД-регуляторы, необходимо знать тепловые характеристики системы [4].

Тепловые характеристики экструдера Reifenfauser 3201 даны на рис. 4.

По снятому графику переходного процесса была произведена графическая идентификация объекта управления. На основе полученной структуры произведен синтез САР температурой расплава полимера в зоне дозирования экструдера.

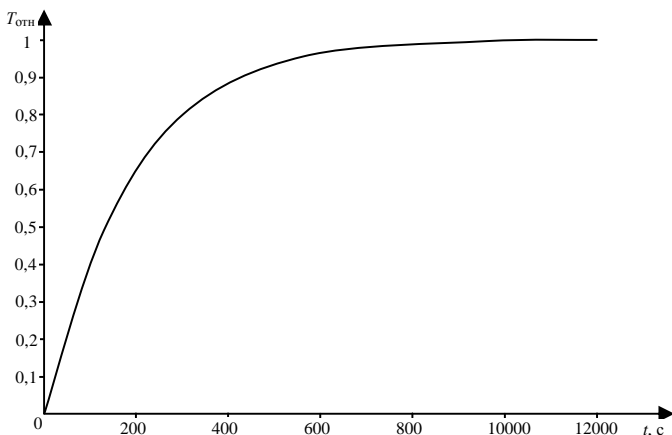


Рис. 4. Тепловая характеристика экструдера

Настройка параметров регуляторов температуры производилась методом Зиглера–Никольса. К системе также были подключены регуляторы температуры с фиксированными параметрами, производящиеся промышленностью специально для управления экструдерами. Проанализировав полученные результаты, был сделан вывод, что оба метода дают приемлемые параметры качества управления, но все же окончательная подстройка параметров должна производиться вручную [1, 2, 4].

### Библиографический список

1. Раувендааль К. Экструзия полимеров: пер. с англ. – 4-е изд. – СПб.: Профессия, 2008.
2. Раувендааль К., де Пилар Норьега М., Харрис Е.Х. Выявление и устранение проблем в экструзии: пер. с англ. – СПб: Профессия, 2008.
3. Шварцманн П. Термоформование: практическое руководство: пер. с англ. / под ред. А. Иллига. – М.: Профессия, 2007.
4. Современные технологии автоматизации. – 2004.
5. URL: [www.advantech.com](http://www.advantech.com) (информация о вновь использованных аппаратных средствах).
6. URL: [www.sensor.ru](http://www.sensor.ru) (информация о датчиках, используемых в системе).

## ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ AVR

Студент гр. ЭВТ-06 ПГТУ Р.Р. Бакунов,  
старший преподаватель  
кафедры ИТАС ПГТУ А.В. Кычкин,  
научный руководитель: д-р экон. наук, профессор  
кафедры ИТАС ПГТУ Р.А. Файзрахманов

**Ключевые слова:** операционная система, RTOS, микроконтроллер, AVR, задача, таймерная служба, диспетчер задач.

При усложнении микропроцессорных систем рано или поздно наступает момент, когда сложность алгоритма функционирования становится такой, что дальнейшее развитие и усложнение программы превращается в нетривиальную задачу. Код разрастается до таких размеров, что его становится очень тяжело отлаживать. Использование языков программирования высокого уровня тоже не всегда является панацеей.

Кроме того, обеспечение мультизадачности при использовании последовательного программирования возможно только в том случае, если задач не очень много, структура может учитывать приоритеты задач, задачи хорошо отработаны во всех режимах и не предъявляют чрезмерных требований к ресурсам (например, к времени ЦП), а задачи, запускаемые по прерываниям, не выполняются слишком часто. Если перечисленные условия не выполняются, то необходимо рассмотреть возможность использования радикально отличной программной стратегии [1].

Самое верное решение в данном случае – внедрение в проект операционной системы (ОС), которая бы предоставляла API для решения задач, а также обеспечивала порядок работы всей системы [2].

В качестве примера можно рассмотреть простую задачу. Что нужно сделать, чтобы «мигнуть» светодиодом? Последовательность действия такова: зажечь светодиод, выдержать некоторое время и погасить его. А если взять 3 светодиода, да еще чтобы первый мигал с частотой в 1 кГц, второй – в 500 Гц, а третий – в 200 Гц? А если светодиодов не 3, а 30? Линейно развернуть такую структуру весьма сложно, даже если применить таймеры. Но задача просто решается, если имеется ОС.

Главный цикл выглядит следующим образом: вызов Задачи1, вызов Задачи3, вызов Задачи5, далее бесконечный цикл ожидания с опросом очереди. Задачи приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Действие
Задача1	Зажечь светодиод 1. Поставить вызов задачи 2 в очередь с задержкой 1 мс.
Задача2	Погасить светодиод 1. Поставить вызов задачи 1 в очередь с задержкой 1 мс.
Задача3	Зажечь светодиод 2. Поставить вызов задачи 4 в очередь с задержкой 2 мс.
Задача4	Погасить светодиод 2. Поставить вызов задачи 3 в очередь с задержкой 2 мс.
Задача5	Зажечь светодиод 3. Поставить вызов задачи 6 в очередь с задержкой 5 мс.
Задача6	Погасить светодиод 3. Поставить вызов задачи 5 в очередь с задержкой 5 мс.

Основной алгоритм получается практически линейным. Вся работу о выполнении поставленной задачи берет на себя ядро. Не изменяя структуру, можно добавить еще задач, посылая их в очередь в любом порядке. И это практически не повлияет на выполнение остального кода (разве что придется подкорректировать настройки таймера).

Общая диаграмма работы ОС приведена на рис. 1.

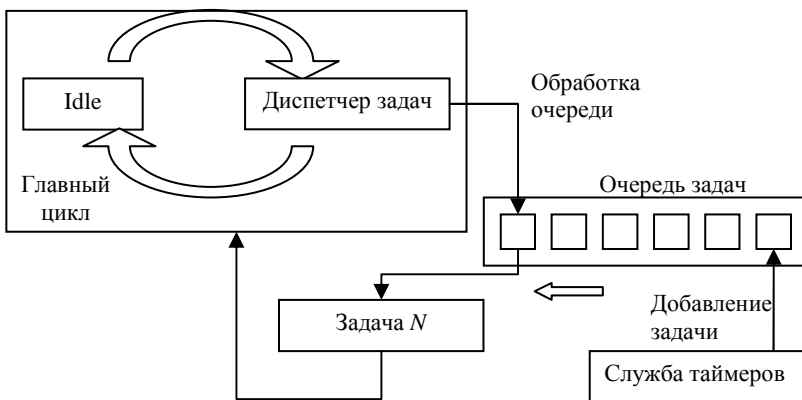


Рис. 1. Общая диаграмма работы ОС

В основу работы ОС положено несколько ключевых понятий: задача (событие), таблица переходов, очередь задач, диспетчер задач (обработчик очереди), служба таймеров.

Осталось пояснить, что же из себя представляет задача (событие). Это практически то же самое, что и процедура, вызываемая командой RCALL с тремя отличиями: вызывается она не мгновенно, а в порядке очереди; вызов задачи идет не по ее адресу, а по ее порядковому номеру в таблице переходов; возврат из нее идет не в то место, откуда ее вызвали, а в цикл диспетчера задач.

По написанию задача представляет собой обычную процедуру. Располагаются задачи там, где обычно прописываются вызываемые процедуры.

Таблица переходов позволяет вызывать задачу не по ее адресу, а по порядковому номеру. В таблице переходов, для того чтобы перейти на какую-нибудь задачу (например, Task4), не нужно знать точный адрес этой задачи. Достаточно знать, что ее адрес записан в таблице переходов в четвертой ячейке. Адрес начала таблицы переходов фиксированный, поэтому нужно просто прибавить к нему смещение (равное номеру задачи, умноженному на 2) и взять искомый адрес. Благодаря этому в очереди задач можно держать не двухбайтные адреса переходов, а однобайтные номера, под которыми эти адреса размещены в таблице. При вычислении смещения от начала таблицы переходов номер задачи умножается на 2, потому что счетчик команд оперирует словами (1 слово=2 байта), а необходимо получить смещение именно в байтах.

Очередь задач представляет из себя строку в оперативной памяти, где каждый байт является номером задачи. 2 числа: 0 и 0xFF зарезервированы системой. 0 – это Idle, холостой цикл диспетчера. 0xFF – отсутствие задачи, конец очереди.

Длина очереди задается с запасом, чтобы избежать ее срыва. Располагать ее лучше после остальных данных, чтобы она тянулась к стеку.

Диспетчер задач (обработчик очереди) – это специальная процедура, которая берет из очереди байт и сравнивает его с 0xFF. Если равно, то очередь пуста и происходит выход в главный цикл. Если же там есть некоторое число, отличное от 0xFF, то оно загружается в регистр, происходит вычисление адреса по таблице переходов, прыжок на адрес задачи и выполнение кода. Перед прыжком текущий



номер задачи удаляется из очереди, а вся очередь сдвигается на один байт вперед. При следующем заходе в диспетчер все повторяется заново до полного опустошения очереди. Естественно, при этом в очередь можно добавлять новые задачи.

Диаграмма работы с очередью задач приведена на рис. 2.

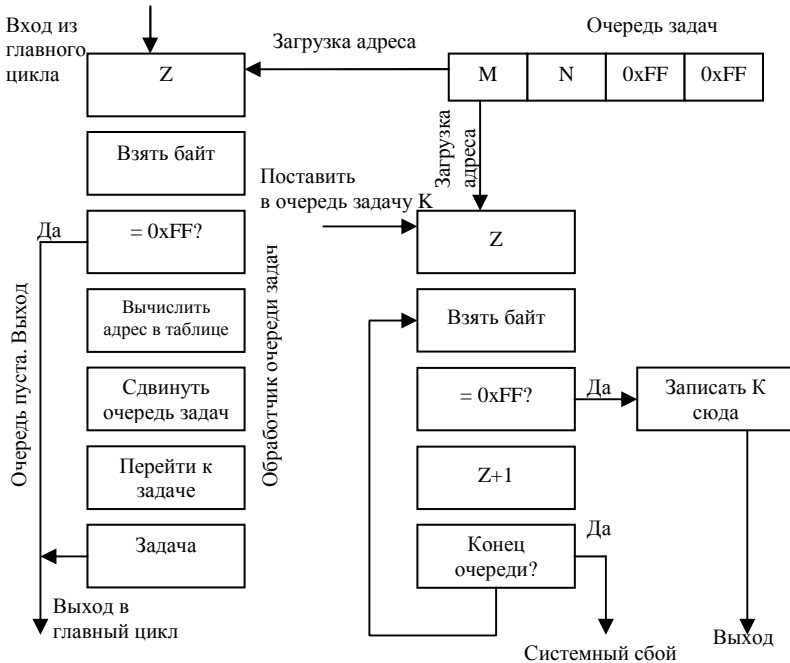


Рис. 2. Диаграмма работы с очередью задач

Служба таймеров занимается распределением задач по времени, заданием интервалов, запуском отложенных задач. Суть работы службы таймеров: время разбивается на интервалы (например, по 1 мс: такой выдержки хватает для большинства задач). Имеется также очередь программных таймеров, размещенных в ОЗУ. На каждый таймер отводится 3 байта: первый – идентификатор задачи, два других – выдержка в мс. 2 байта позволяют организовать выдержку в 65,5 с. Конечно, под выдержку можно выделить больше 2 байт, но такие большие временные интервалы требуются редко, а потому лучше для этих случаев использовать дополнительные переменные к конкретной задаче, а не нагружать таймерную службу.

Один из свободных аппаратных таймеров программируется так, чтобы он генерировал прерывания каждые 0,001 с. По прерыванию из очереди таймеров берется первый байт и сравнивается с 0xFF (за 0xFF принято неактивное состояние). Если же там не 0xFF, то это идентификатор задачи, а таймер активен. Поэтому берется второй байт и декрементируется. Если он был равен нулю, декрементируется третий байт, и если оба байта не стали равны нулю, то выполняется переход к проверке следующего байта. В случае если время истекло, то идентификатор задачи помещается в очередь задач на исполнение. В том случае, если настало время помещения очередной задачи в очередь задач, а она полностью заполнена, то происходит срыв очереди и система сигнализирует о своем сбое.

При постановке нового таймера вся очередь таймеров проверяется на наличие уже поставленного таймера с таким же идентификатором. Если такой имеется, то его выдержка обновляется (это удобно, так как часто необходимо откладывать некоторые события). Иначе в очередь таймеров добавляется новый таймер.

Подводя итог, следует отметить плюсы и минусы данной ОС.

Рассмотренная ОС имеет один недостаток. А именно: время выполнения конкретной задачи зависит от числа таймеров и «плавает», особенно на малых выдержках в 1–2 мс. Однако следует отметить, что чем быстрее тактовая частота микроконтроллера, тем меньше влияние числа таймеров в очереди на реальную временную выдержку задачи (так как очередь таймеров быстрее проверяется на наличие таймеров с истекшей выдержкой). С другой стороны, малые временные интервалы (меньшие, чем 1 мс) для данной таймерной службы тоже недоступны. Конечно, можно «понизить планку» и запрограммировать таймер на выдачу прерывания не раз в 1 мс, а раз в 500 мкс и т.д. Но у этой медали есть обратная сторона – снизится точность [2].

Теперь о достоинствах. Рассмотренная ОС призвана значительно облегчить труд разработчиков, создающих микропроцессорные системы на базе микроконтроллеров AVR корпорации Atmel. Однако принципы построения ОС, изложенные в данной работе, являются общими для любых микроконтроллеров и могут быть с успехом реализованы в продуктах других производителей. Созданная ОС может применяться не только в производительных и богатых периферией микроконтроллерах, но и даже в простых дешевых устройствах, ведь системные требования невелики (занимаемый объем в Flash-памяти –

около 500 байт, но его можно сократить, отбросив ненужные функции; рекомендуемый объем RAM – не менее 20 байт плюс стек; впрочем, требуемые ресурсы можно сократить еще сильнее, если нагрузка небольшая). Если рассматривать экономический аспект, то созданная ОС имеет в конкурентах такие продукты, как MicroC/OS фирмы Micrium, Salvo фирмы Pumpkin Real Time Software Inc. и т.д., но они являются платными ОС [1].

Среди дальнейших путей развития представленного проекта можно выделить два: тщательное внедрение ОС в различные сферы и переход на распараллеливание вычислений, что откроет новые горизонты в разработке микропроцессорных систем.

### **Библиографический список**

1. Уилмсхерст Т. Разработка встроенных систем с помощью микроконтроллеров PIC. Принципы и практические примеры: пер. с англ. – К.: МК-Пресс, СПб.: КОРОНА-ВЕК, 2008.
2. Электроника для всех. – URL: [www.easyelectronics.ru](http://www.easyelectronics.ru).

## **ВСТРОЕННАЯ СИСТЕМА НА ПРИМЕРЕ МОБИЛЬНОГО РОБОТА: СОПРЯЖЕНИЕ С ПК И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

**Студенты гр. ЭВТ-06 ПГТУ Р.Р. Бакунов,  
А.С. Мехоношин,**

**научный руководитель: старший преподаватель  
кафедры ИТАС ПГТУ А.В. Кычкин**

**Ключевые слова:** робот, встроенная система, микроконтроллер, сопряжение с ПК.

Создание многофункциональных микропроцессорных устройств управления подвижными объектами – чрезвычайно перспективное направление современной науки и техники. Данные устройства могут быть использованы в самых различных областях человеческой жизни, например в робототехнике. Робототехника как отрасль традиционно воспринимается в России без должного интереса. Тем не менее во всех остальных развитых странах наблюдается обратное.

Студентами группы ЭВТ-06 Бакуновым Р.Р. и Мехоношиным А.С. разработан и создан опытный образец гусеничного робота с инфракрасными датчиками. Основой робота является многофункциональное микропроцессорное устройство, построенное на базе микроконтроллера ATmega8535 корпорации Atmel. В данной статье рассмотрены основные вопросы, а именно: сопряжение ПК и микроконтроллера, создание программного обеспечения проекта (что является наиболее трудоемким этапом работы), а также перспективы дальнейшего развития разработки. Другие вопросы рассмотрены в статьях двух других авторов.

Робот представляет собой гусеничную платформу с инфракрасными датчиками, расположенными спереди. На данном этапе разработок робот физически соединен с ПК посредством проводного интерфейса. Данный факт создает ряд принципиальных трудностей, поэтому планируется активно использовать беспроводные решения (поддерживающие Bluetooth, ZigBee и т.д.).

Основные направления применения созданного робота: обезвреживание взрывных устройств, использование в военных целях, использование в качестве базы для построения распределенных систем контроля и управления, развлечения.

Связь микроконтроллера с ПК осуществляется благодаря устройству под названием USART (Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter), которое имеется почти во всех микроконтроллерах AVR. Структурная схема USART показана на рис. 1.

USART – чрезвычайно гибкое последовательное коммуникационное устройство. С его помощью можно легко организовать полноценную связь между микроконтроллером и ПК по простому последовательному интерфейсу.

Как видно, USART состоит из 3 блоков – тактовый генератор (Clock Generator), приемник (Receiver) и передатчик (Transmitter). Конфигурационные регистры UCSRA, UCSRB, UCSRC используются всеми тремя блоками. Тактовый генератор состоит из блока синхронизации (synchronization logic) для внешнего тактового сигнала и генератора скорости посылок (baud rate generator). Передатчик состоит из одноуровневого буфера (UDR(Transmit)), сдвигового регистра передатчика (Transmit Shift Register), генератора четности (Parity Generator) и логики для обработки различных форматов кадра (TX Control). Буфер записи позволяет осуществлять непрерывную передачу данных без каких-либо задержек между кадрами. Приемник является

наиболее комплексной частью всего USART благодаря наличию блоков восстановления тактов (Clock Recovery) и данных (Data Recovery). Эти блоки восстановления используются при приеме данных в асинхронном режиме. Кроме блоков восстановления, приемник включает блок контроля четности (Parity Checker), логику управления приемником (RX Control), сдвиговый регистр (Receive Shift Register) и двухуровневый буфер приемника (UDR(Receive)). Приемник поддерживает те же форматы кадра, что и передатчик, и может обнаруживать различные ошибки.

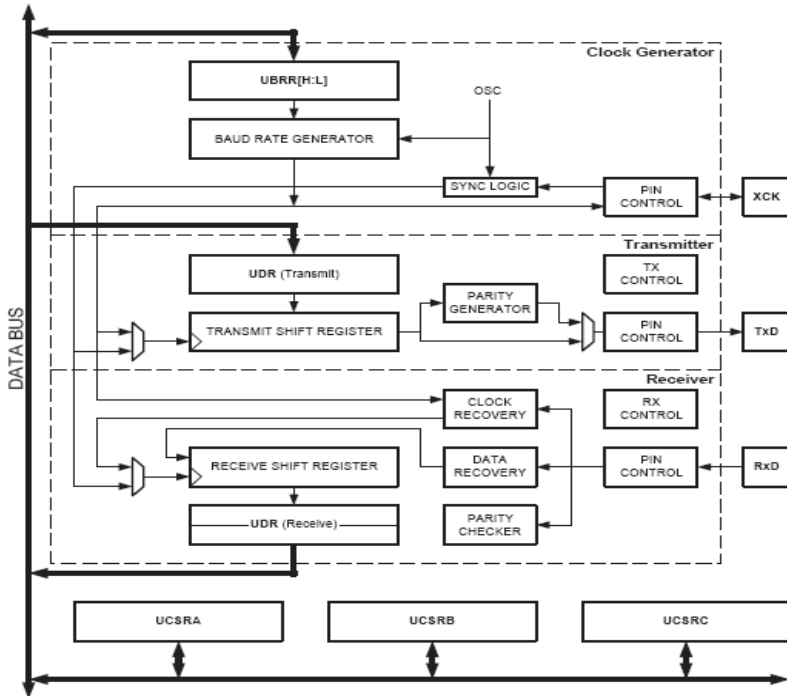


Рис. 1. Структурная схема USART

USART обладает системой прерываний. Имеется ряд прерываний, например прерывание по завершению приема, которое возникает, когда байт приходит в регистр UDR (пришедших битов может быть не 8: все зависит от настройки).

Все настройки USART задаются в регистрах конфигурации UCSRA, UCSRB, UCSRC. А скорость передачи задается регистровой

парой UBRRH:UBRRL. В асинхронном нормальном режиме (в регистре UCSRA бит U2X=0) значение, которое нужно поместить в регистр UBRR, вычисляется по формуле  $UBRR = \frac{f_{osc}}{16 * BAUD} - 1$ , где  $f_{osc}$  – тактовая частота микроконтроллера, BAUD – требуемая скорость (например, 4800 бит/с).

Интерфейс RS-232, реализованный в ПК, принимает за логические уровни напряжения +/- 12В, USART микроконтроллера работает на 5-вольтовых уровнях. Возникает проблема их совмещения. Для этого используют схемы преобразователей уровней. Наиболее применяемой из них являются микросхема преобразователя RS-232 – TTL/CMOS под названием MAX232 и ее аналоги. Многие фирмы выпускают свои преобразователи. Можно использовать и ST232, ADM232 и HIN232. Существует еще и микросхема MAX3232. Это то же самое, только на выходе у нее не 5 В TTL, а 3,3 В TTL. Эта микросхема используется для низковольтных контроллеров.

Программа для микроконтроллера была написана на языке AVRAssembler.

В среде Microsoft Visual Studio была создана программа RoboWarrior, которая позволяет осуществлять управление рассматриваемым роботом или любым другим подвижным объектом. Снимок экрана программы RoboWarrior приведен на рис. 2.

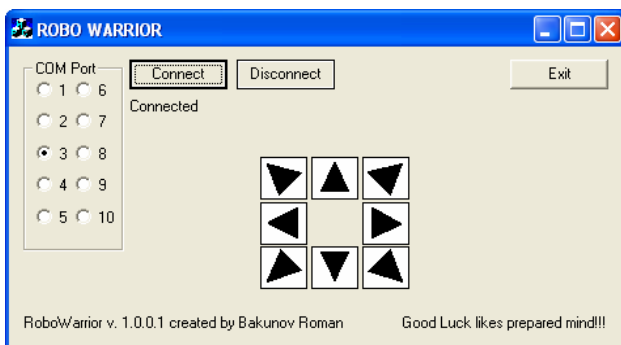


Рис. 2. Снимок экрана программы RoboWarrior

Программа позволяет удобно управлять роботом как с помощью клавиатуры (используются клавиши *w*, *a*, *s*, *d*), так и с помощью мы-

ши, используя кнопки диалогового окна. Управление роботом копирует традиционное управление из многих компьютерных игр, поэтому оно предельно простое и интуитивно понятное.

Имеется 8 режимов перемещения робота: ехать вперед (клавиша  $w$ ), ехать назад (клавиша  $s$ ), повернуться на месте направо (клавиша  $d$ ), повернуться на месте налево (клавиша  $a$ ), ехать по дуге вперед и направо (клавиши  $w + d$ ), ехать по дуге вперед и налево (клавиши  $w + a$ ), ехать по дуге назад и направо (клавиши  $s + d$ ), ехать по дуге назад и налево (клавиши  $s + a$ ).

Принцип управления роботом следующий. ПК посылает микроконтроллеру команды (длиной 1 байт каждая). Получив конкретную команду, робот начинает выполнять действие, соответствующее этой команде. Действие продолжает выполняться до тех пор, пока не получена другая команда, которая исключает первую. Существует специальная команда, получив которую, робот прекращает выполнять какие-либо действия, инициированные предыдущими командами. Данная команда посылается микроконтроллеру, когда оператор отпускает все клавиши клавиатуры (кнопки оконного интерфейса).

Программа RoboWarrior для обмена данными по последовательному протоколу использует стандартные функции Windows API. В целях удобства и сокращения объема программного кода использовалась библиотека SerialGate, которая дает возможность взглянуть на работу с COM-портом с высоты возможностей объектно-ориентированного программирования.

Дальнейшими пунктами эволюции робота будет полный переход на беспроводные интерфейсы и укомплектование цифровой видеокамерой.

Интересным и актуальным направлением развития робота является его адаптация под обезвреживание взрывных устройств. Для этих целей помимо цифровой видеокамеры необходимо использовать небольшие манипуляторы. Технические характеристики робота таковы, что это возможно сделать.

В настоящее время армии всех развитых стран все больше и больше используют роботов. Сфера их применения всеобъемлюща: осуществление разведки, ведение боевых действий и т.д. Давно уже закончились времена, когда выражение «боевой робот» вызывало

улыбки на лицах и ассоциации с фантастическими фильмами и книгами. Система управления роботом обладает свойством масштабируемости. А это означает, что при наличии определенных узлов и деталей (ходовой части, аккумуляторных батарей и т.д.) можно реализовать настоящего многофункционального боевого робота, вооруженного, например, стрелковым оружием.

В заключение хочется отметить, что проект постоянно развивается. Актуальность разработок порождает необходимость их постоянного усложнения. Подобные идеи будут очень благосклонно восприняты рынком.

## **МИНИМИЗАЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОКТАЭДРА СОСЕДНИХ ГРАНЕЙ\***

**Студенты гр. ЭВТ-08 ПГТУ И.А. Сидоров, В.А. Зимин,**  
научный руководитель: канд. техн. наук, доцент  
кафедры ИТАС ПГТУ *Т.И. Коган*

Целью данной работы является описание октаэдра соседних граней, как метода минимизации логических функций.

Предлагаемый метод может применяться при построении дискретных устройств, реализующих заданные логические функции, как инженерный метод получения одного из решений нахождения частной минимальной дизъюнктивной нормальной формы логической функции. Процесс минимизации заключается в нахождении приведенной системы простых импликант, дизъюнкция которых дает тупиковую дизъюнктивную нормальную форму. Одна из возможных тупиковых ДНФ принимается за минимальную ДНФ.

Метод октаэдра соседних граней применим в случае:

– минимизации не полностью определенных логических функций от трех переменных;

---

\*

Использованы материалы работы Когана Т.И. «Дискретные устройства» (2002).



– минимизации не полностью определенных логических функций многих переменных по методу поразрядного сравнения рабочих и запрещенных наборов весовых состояний и восьмеричной системы счисления.

Грань в октаэдре является конституэнта, записанная в символической форме, равная ее весовому состоянию (BC).

Вершина – это обобщенный код (ОК) импликанты, покрывающей четыре грани (BC), которые являются попарно соседними. Исключает две переменные.

Ребро – это обобщенный код импликанты, покрывающей две соседние грани (BC). Получается суммированием обобщенных кодов общих вершин этих граней. Исключает одну переменную.

Методика минимизации не полностью определенных логических функций на основе октаэдра соседних чисел:

1. Логическая функция, подлежащая минимизации, заданная в СДНФ, должна быть записана в символической форме, с указанием рабочих, запрещенных и условных весовых состояний.

2. На октаэдре соседних граней (рисунок) фиксируются рабочие и запрещенные весовые состояния.

3. Рабочие весовые состояния на октаэдре группируются в фигуры – пирамиды, углы, позволяющие получить обобщенный код с максимальным числом тире.

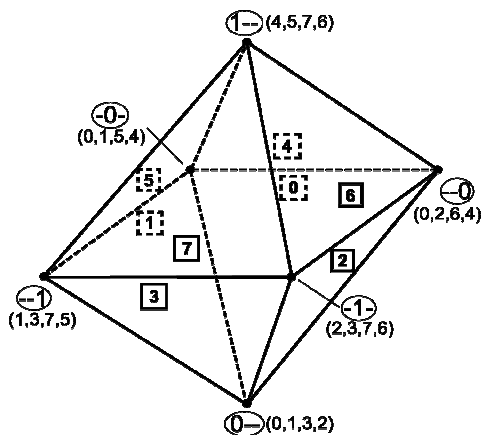


Рис. Октаэдр соседних граней

Группы рабочих состояний дополняются при необходимости условными состояниями, при этом каждое весовое состояние можно использовать несколько раз в разных фигурах.

Полученные фигуры должны охватить все рабочие состояния и не включать в себя ни одного запрещенного. При этом для получения тупиковых ДНФ необходимо следить, чтобы каждая фигура охватывала хотя бы одно рабочее состояние, не охваченное другими фигурами.

4. Из октаэдра выписываются обобщенные коды полученных общих вершин, граней, ребер. Полученный код приводится к ДНФ.

5. Получаем приведенную систему простых импликант, дизъюнкция которых является тупиковой ДНФ, которую принимаем за минимальную ДНФ. В том числе и весь октаэдр.

Рассмотрим данную методику на примере:

**Пример:** Минимизировать функцию:

$$f(a, b, c) = \overline{abc}, \overline{abc}, \overline{abc}, \overline{abc}; \text{запрещенные: } abc, abc.$$

1. Записываем ЛФ в символической форме:

$$f(a, b, c) = 2, 3, 5, 4, [6, 7]$$

2. Ищем грани, соответствующие ВС.

3. Грани 4 и 5 являются соседними, так же соседними к этим граням будут грани 0 и 1, соответствующие условным ВС.

Объединением этих граней будет являться вершина с кодом  $(-0-)$ :

$$(4 \vee 5 \vee 0 \vee 1) = (-0-) = \overline{b}.$$

4. С гранями 2 и 3 поступаем аналогично:

$$(2 \vee 3 \vee 0 \vee 1) = (0--) = \overline{a}.$$

5. Получаем минимизированную функцию:

$$f = \overline{a} \vee \overline{b}.$$

Данный метод целесообразно использовать для минимизации логических функций от трех переменных, а также многих переменных по методу поразрядного сравнения рабочих и запрещенных наборов весовых состояний и восьмеричной системы счисления. В процессе минимизации функция доопределяется за счет условных весовых состояний, что и дает выгоду при минимизации.

Октаэдр соседних граней пользователь может очень просто изобразить в любой момент при соблюдении соседства граней.

**Секция 6**

**ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ  
И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

## **SOFTWARE DEVELOPMENT FOR REMOTE TELEMETRY AND CONTROL MODULES OF MOBILE OBJECTS**

**R.A. Fayzrakhmanov, A.V. Kychkin,  
Ch. Boesch, Th. Frank**

Independent of the real characteristics of controlling mobile objects, the structure of a distributed control systems will be described in the following multilayer model. On the lowest layer, basic automation devices, like sensors and valves, are situated. Devices for preprocessing of the sensor signals are placed on the first layer, the industrial automation systems (AS), devices regarding the controller on second layer. The third is a SCADA- the last is the business- layers.

Evidentially, the quality of management decisions depends on the given level of reliability and adequacy, which is available on the levels zero, one and two.

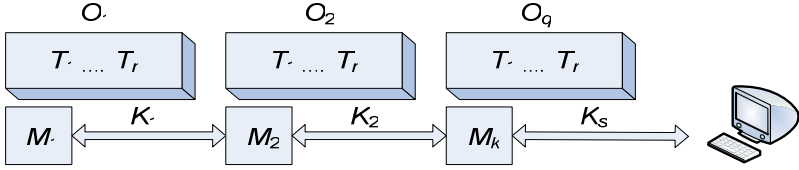
Next, we will mention an important tendency in development of contemporary low-level means for the automation of mobile objects – support for heterogeneous equipment, openness of interfaces and protocols, high device performance, flexibility and reusability of software. Today with the growing functionality of automation means and the development of wireless communication, it is possible to change the process-parameters for collecting and processing of data through software.

To achieve this, the problem of creating science-based software design methods for telemetry and control modules, considering specifications of international standards and modern hardware platforms, has to be solved.

The quality of a remote telemetry and control modules for mobile objects (RTCMMO) system depends on parameters, which describe how efficient the system solves controlling tasks. Complex systems are realized based on heterogeneous hardware and a variety of heterogeneous software. As a consequence, the problem to create software for a concrete application, with the aim to maximize the specific criteria function, emerges.

When creating software for RTCMMO, we have to solve the next problem: realizing an adequate controlling algorithm for data collection and processing, that provides reduced expenses in memory and processor resources, lowers data traffic and eliminates collisions in wireless data transmission.

Let us examine the typical RTCMMO system, pic. 1. The mobile objects  $O_1 \dots O_q$  are characterized by the sets of the changing variables  $T_1 \dots T_r$  of the process. The nodes  $M_1 \dots M_k$  execute the collecting, processing, storing and transferring of data from mobile objects to the SCADA level via the wireless communication channels  $K_1 \dots K_s$ .



Pic. 1. The RTCMMO system

It is difficult to find formalization for the software structure and all the necessary software parameters. Therefore the most significant parameters of the system are: the task of the telemetry and control process, structure and characteristics of controllers, the algorithm for RTCMMO system.

Generally, the problem of developing software is described by the determination:

$$\pi \in P, f \in F(\pi), \bar{A} \in A, [f \in F(\pi)] \mathfrak{R}[\bar{A} \in A], \quad (1)$$

in which  $P$  is the number of possible software creation principles,  $F$  – number of interconnected functions of the software modules,  $A$  – number of possibly interconnected hardware elements,  $R$  – operation for the projection of the set  $F$  on the set  $A$ .

$C = \{c : c = \overline{1, n}\}$  – a set of data processing and controlling tasks;  
 $S = \{s : s = \overline{1, m}\}$  – structure and characteristics of the controllers;  
 $A = \{a : a = \overline{1, q}\}$  – a set of algorithms to run the controllers;  
 $P^1 = \{p^1 : p^1 = \overline{1, r^1}\}$  – structure and characteristics of software modules.  
 $S^1 = \{s^1 : s^1 = \overline{1, m^1}\}$  – description of the telemetry and controlling process,  
 $A^1 = \{a^1 : a^1 = \overline{1, q^1}\}$  – the software algorithm. Model  $M_1$ , for the synthesis of software object structure, records how operations represent problems and

objectives, as well as the characteristics of controllers for structuring the telemetry – and controlling process description:

$$M_1 : C, S \rightarrow S^1. \quad (2)$$

According model  $M_2$ , for the synthesis of the structure of system functions:

$$M_2 : C, A, P^1 \rightarrow A^1. \quad (3)$$

Then the information model for the development of software for RTCMMO system can be written as:

$$M = M_1 \times M_2, \quad (4)$$

or

$$M : (C, S, A, P^1) \rightarrow (S^1, A^1). \quad (5)$$

In the construction of the model  $M_2$  it is necessary to take into account the particular parameters of a concrete wireless network as well as the characteristics of the data incoming on its nodes. That could be constraints in capacity, in radius of signal covering or the output of the modules and the capacity of their memory.

In this way a systematical approach of creating software modules for RTCMMO system is provided which permits to examine the whole system. In addition, a software development environment for fast programming and modeling, allows a fundamental reduction of time and resource investments in design and realization of a distributed system, based on a wireless network. Furthermore, we examine an example solution with the goal of integrating LogicIO controllers into an Energy management system for transport.

Creation of software for LogicIO telemetry and controlling modules for solving complex energy management tasks on the base of the information analysis system My-Jewis. The Envidatec GmbH (Germany) company is engaged in energy management solutions for industry as well as for housing and communal services. With the appearance of the remote telemetry systems on the market, it became possible to use one single information analysis system, named My-Jewis, for energy management of mobile devices.


Rail and automobile transport possesses huge potential for the economization of energy resources. Therefore, our objective is to develop

high-quality controller software with the aim of adequate data collection and real time control.

To achieve high quality for the software development principles (set  $P$  in formula 1) we use international standards: IEC 61131 describes hardware and software development for controllers; IEC 61131-1 – controller description (terminology for description of structures and functionality, input/output interfaces, reliability and others); IEC 61131-2 – requirements to hardware; IEC 61131-3 – standards for the programming languages; IEC 61131-5 – dedicated to the question of program communication between controllers and other programming systems; IEC 61131-7 – programming language standard for fuzzy controlling.

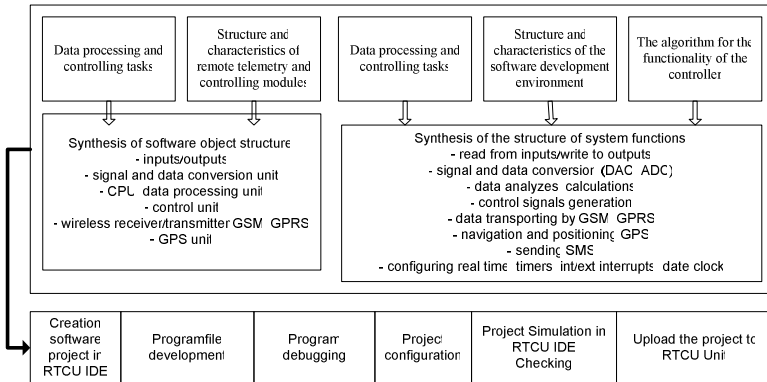
In this case data processing and controlling tasks (set  $C$  in formula 2, 3) are: collecting heterogeneous data about combustive-lubricating material from sensors for temperature, pressure, velocity or traversed distance; conversion and initial processing of data; controlling valves and relay switches; storing data in the memory and transferring it via wireless GSM/GPRS technology to the My-Jewis server; coordinate tracking with assistance of GPS. Structure and characteristics of remote telemetry and controlling modules are shown in table.

### Structure and characteristics of remote telemetry and controlling modules

Weight	300 g			
External Dimensions	W = 91 mm, H = 31 mm, D = 131 mm			
Operation Voltage	8-36 VDC			
Energy Consumption	Active: 45 mA	Active with GSM: 55 mA	Active with GPS: 60 mA	Active with GSM/GPS: 70 mA
Temperature	Storage: -40 to 90 °C	Operation: -25 to 55 °C	Restricted operation: -30 to 70 °C	
External interfaces	TYCO connector	Serial port 1: shared RS232(general/service) and RS485 port		
	Input	2 analog (10 VDC)		
		4 digital (~12 VDC) + 1 ignition		
	Output	4 digital (36V/ 1.5 Amp)		
	CAN			
	RJ 45	Serial port 2: RS232 port		
16 channel GPS receiver	Update rate	NMEA @ 1 Hz		
	Accuracy	Position	2.5 m CEP	
		DGPS/SBAS	2.5 m CEP	
Standard 3 Volt SIM-Card reader				
Memory	up to 2 GB flash-card, FAT file system			

The algorithm for the functionality of the controller (set  $A$  in formula 3) is described by the specialist at Envidatec. It realizes real-time data collection, conversion and storing of measurements in memory, generation of alarm messages and control signals, wireless communication with the server via GSM/GPRS, optional support for Bluetooth or WiFi. Positioning and navigation are realized by using GPS.

Structure and characteristics of the software development environment (set  $P^1$  in formula 3) are presented in the following passage (pic. 2). Creation of software for LogicIO modules is supported by the RTCU-IDE. It is a freeware graphical environment for programming and simulation on the PC. According to the information model (5) we deduce the following structure for controller software. Further we distinguish several development phases for a programming project.



Pic. 2. Software module structure for the RTCMMO system

The evolving technologies for wireless data transfer, high performance microprocessor systems and for intelligent data analysis methods should be applied to real applications. The Institutes of Information Technology are currently working on the development of high quality science based based software for RTCMMO modules and their integration into international platforms.

In transport the combination of software, developed according to the described model, and existing energy-economic systems, capable of reducing the level of expenses for energy resources, raises productivity significantly.



## References

1. LON-Technologie. Verteilte Systeme in der Anwendung: Dietmar Dietrich, Dietmar Loy (Hrsg.). – Heideiberg: Huthig, 1997.
2. Yosef S. Sherif. Computer networks and distributed system // Microelectronics and reliability. – 1988. – Vol. 28. – № 3.
3. [www.envidatec.com](http://www.envidatec.com).
4. [www.LogicIO.com](http://www.LogicIO.com).

## УСИЛИТЕЛИ ГИРОАГРЕГАТА ТОЧНОЙ КУРСОВОЙ СИСТЕМЫ

**Студент гр. КРЭС-04 ПГТУ И.С. Михайлов,**  
научный руководитель: ведущий инженер отдела  
надежности ОАО «ПНППК» *С.Л. Габов*

Курсовая система типа ТКС служит для определения курса самолета и обеспечения сигналами курса как индикаторов курса летчика и штурмана, так и всех самолетных устройств, решающих задачи навигации, пилотирования и другие работы, для работы которых требуются сигналы курса. Система ТКС является централизованным самолетным устройством, объединяющим гироскопические, магнитные и астрономические средства определения курса [1].

Курсовая система ТКС предназначена к установке на самолеты пассажирской транспортной навигации.

Основным режимом работы ТКС является режим гиropolукомпаса, при котором система выдает ортодромический курс самолета, контролируемый и периодически корректируемый по сигналам магнитных, астрономических и радиолокационных средств, выбираемых в зависимости от условий полета. Кроме того, ТКС непрерывно выдает значение гиромагнитного курса.

В состав курсовой системы ТКС-П входят (рисунок):

- индукционный датчик ИД-3;
- коррекционный механизм КМ-5;
- гироагрегат ГА-3;
- указатель штурма УШ-3;

- контрольный указатель штурма КУШ-1;
- пульт управления ПУ-11;
- распределительный блок РБ-2;
- задатчик курса ЗК-4;
- блок пеленгов БП-5.

Гироагрегат курсовой системы работает в режиме гиropolуком-паса при работе системы в режиме ГПК и выдает курс самолета, кор-ректируемый по индукционному либо астрономическому датчику курса при работе системы соответственно в режимах МК или АК.

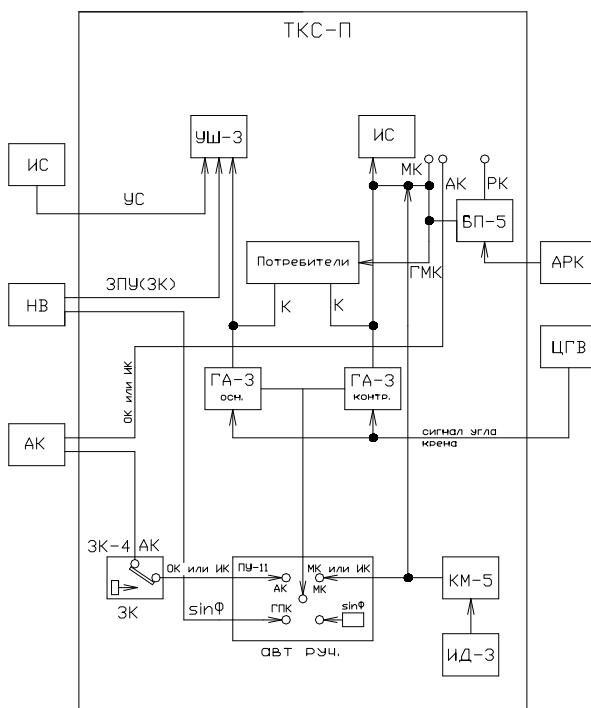


Рис. Структура курсовой системы ТКС-II

С гироагрегата дистанционно выдается курс самолета на указатели курсовой системы и другие потребители курса.

Основным режимом работы гироагрегата ГА-3 в курсовой системе ТКС является режим гиropolуком-паса.

Непосредственно к корпусу гироагрегата присоединяют три усилителя [3], обслуживающих его:

- усилитель горизонтальной коррекции ГКУ;
- усилитель широтной коррекции УШК;
- усилитель обработки дополнительной рамы к крену УВР.

Усилитель ГКУ предназначен для работы в системе горизонтальной коррекции курсового гироскопа гироагрегата ГА-3.

Усилитель состоит из двух частей:

- предварительного усилителя, собранного на радиолампе типа 6Ж45Б;
- остальной части усилителя, собранной на транзисторах.

Усилитель УШК предназначен для работы в системе азимутальной коррекции курсового сельсин-датчика гироагрегата ГА-3.

В зависимости от режима работы гироагрегата усилитель имеет следующие режимы работы:

- режим ввода широтной коррекции при работе гироагрегата в режиме ГПК;
- режим азимутальной коррекции гироагрегата от индукционного магнитного датчика через коррекционный механизм при работе гироагрегата в режиме магнитной коррекции.

Система ТКС-П была разработана в 70-х годах, некоторые радиоэлементы, используемые в системе, уже не выпускаются и заканчиваются на складах. Учитывая тот фактор, что данная система широко распространена и активно используется на самолетах пассажирской (Ту-154М) и транспортной (Ан-22, Ил-76, Ил-78) авиации, актуальна проблема замены вышедших из строя радиоэлементов при постановке на ремонт.

В конструкции усилителей ГКУ и УШК, входящих в состав гироагрегата, применяются радиолампы 6Ж45Б, 6Н28Б-В, которые сняты с производства как устаревшие. Таким образом, вопрос замены радиоламп актуален и требует решения с применением современных элементов [2].

По результатам изучения технических характеристик и функций радиоламп, используемых в усилителях, принято решение о замене их на операционный усилитель К544УД2. Предложенная микросхема требует напряжения питания, равного 15 В. Исходя из того, что блок

питания БП, обеспечивающий рабочие напряжения усилителей, не выдает необходимые 15 В, требуется провести его модернизацию. С этой целью был выполнен перерасчет вторичной обмотки трансформатора.

Расчет коэффициентов усиления выполнен по методике, опубликованной в литературе [4]. Лампа включена по схеме с анодной нагрузкой, с сопротивлением нагрузки 220 кОм. Учитывая обратную связь лампового усилителя УШК, рассчитывался коэффициент усиления усилителя, который равен 540.

На основе разработанной принципиальной схемы в системе автоматизированного проектирования электроники P-CAD 2004 спроектирована печатная плата.

### **Библиографический список**

1. Точная курсовая система ТКС / А.А. Карчевский, И.С. Шихер, М.С. Якубсон, Ю.М. Игнатьев. – М., 1971.
2. Кацнельсон Б.В., Ларионов А.С. Отечественные приемно-усилительные лампы и их зарубежные аналоги: справочник. – М., 1981.
3. Усилители / сост. И.И. Бобров. – Пермь, 2003.
4. Ламповые усилители: методика расчета и конструирования / сост. Д.А. Климов. – М., 2002.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Секция 1. УПРАВЛЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЯ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ</b> .....	3
Е.И. Андреев, А.А. Темичев, А.В. Кычкин, <i>Р.А. Файзрахманов</i> . Регистрация биомедицинских сигналов в режиме реального времени .....	4
А.А. Гаркушин, <i>А.И. Истомин</i> . Измерительный модуль .....	9
М.В. Тиунов, <i>А.С. Патрикеев</i> . Бесконтактный влагомер .....	11
Р.Х. Шайхиев, <i>А.С. Патрикеев</i> . Диэлькометрический влагомер с двумя типами датчиков .....	12
<b>Секция 2. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ</b> .....	13
Е.И. Андреев, А.А. Темичев, <i>А.В. Кычкин</i> . Протокол синхронизованного сбора данных с датчиков пульсовой волны .....	14
Е.И. Андреев, А.А. Темичев, <i>А.В. Кычкин</i> . Алгоритм сбора измерительной информации в сетях с разделением времени при доступе к среде передачи .....	19
А.Н. Черепков, <i>А.М. Королев</i> . Структурированная кабельная сеть многоэтажного здания .....	24
В.Н. Федоров, <i>В.В. Киселев</i> . Региональная мультисервисная сеть .....	27
А.А. Радыгин, <i>В.В. Киселев</i> . Корпоративная сеть уровня STN-4 .....	30
М.А. Подойницин, <i>Д.Г. Тунев</i> . Модем для работы Е1 .....	33
А.М. Драчев, <i>А.С. Бондаренко</i> . Мониторинг удаленных объектов связи .....	37
А.А. Кошечев, <i>А.А. Колесников</i> . Телематический терминал .....	41
А.С. Иванов, <i>А.П. Спичаков</i> . Локальная сеть станков УЧПУ .....	44
<b>Секция 3. ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ. ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ</b> .....	47
И.В. Сивков, <i>В.Н. Осколков</i> . Зарядное устройство для автомобильных аккумуляторов .....	48

С.И. Белов, <i>В.В. Киселев</i> . Мониторинг изоляции высоко- вольтового оборудования .....	51
К.А. Таксис, <i>П.А. Попов</i> . Контроль гармоник трехфазной электрической сети .....	56
А.О. Екимова, <i>А.Н. Лыков</i> . Автоматизация системы осве- щения г. Перми .....	59
А.В. Белков, <i>А.М. Костыгов</i> . Автоматизация ЦТП г. Чайковский .....	62
<b>Секция 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИНФОРМАЦИ- ОННЫХ СИСТЕМАХ. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОН- НЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ</b> .....	67
В.А. Щапов, <i>В.П. Гладков</i> . Запросы к хронологическим базам данных, содержащие таблицы с симметричными данными .....	68
Е.А. Барсукова, <i>А.В. Кычкин</i> . Интерфейс взаимодействия медицинской базы данных с MATLAB .....	77
А.А. Волков, <i>А.Б. Петроченков</i> . Применение средств сис- темы MATLAB для моделирования гибридных нейронных сетей .....	80
<b>Секция 5. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО- УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ</b> .....	83
Е.И. Андреев, А.А. Темичев, А.В. Кычкин, <i>Р.А. Файзрахма- нов</i> . Микропроцессорный интерфейсный модуль сбора и обработки сигналов для медицинских приборов .....	84
А.Б. Федоров, <i>А.В. Кычкин</i> . Удаленная телеметрия и управ- ление с помощью лабораторного стенда RTCU-D4 .....	88
В.С. Азимов, <i>В.В. Киселев</i> . Управляемый водяной экран ....	93
Е.В. Чернецов, <i>Е.А. Лутцев</i> . Извещатель-сигнализатор на взрывоопасные газы .....	97
И.С. Ведерников, <i>В.Н. Осколков</i> . Блок управления вариатором .....	99
С.В. Шергин, <i>А.С. Хомутов</i> . Блок управления поворотным столом .....	102
В.С. Кундиев, <i>И.Г. Друзьякин</i> . Автоматизация бумажного производства ООО «КАМА» .....	104

М.Э. Алимбаев, <i>С.В. Бочкарев</i> . Автоматизация линии производства оптоволокна ПНППК .....	108
М.Е. Бураков, <i>В.П. Казанцев</i> . Автоматизированная линия по производству одноразовой посуды .....	113
Р.Р. Бакунов, А.В. Кычкин, <i>Р.А. Файзрахманов</i> . Операционная система реального времени для микроконтроллеров AVR .....	118
Р.Р. Бакунов, А.С. Мехоношин, <i>А.В. Кычкин</i> . Встроенная система на примере мобильного робота: сопряжение с ПК и перспективы развития .....	123
И.А. Сидоров, В.А. Зимин, <i>Т.И. Коган</i> . Минимизация логических функций с применением октаэдра соседних граней .....	128
<b>Секция 6. ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ</b> .....	131
R.A. Fayzrakhmanov, A.V. Kychkin, Ch. Boesch, Th. Frank. Software development for remote telemetry and control modules of mobile objects .....	132
И.С. Михайлов, <i>С.Л. Габов</i> . Усилители гироагрегата точной курсовой системы .....	137

Научное издание

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ТЕОРИЯ,  
ИНСТРУМЕНТЫ, ПРАКТИКА (INNOTESH 2009)**

**Материалы I Международной интернет-конференции  
молодых ученых, аспирантов, студентов  
(1 октября – 15 ноября 2009 г.)**

Корректор *Е.В. Богомякова*

---

Подписано в печать 05.03.2010.  
Формат 60×90/16. Усл. печ. л. 9,0.  
Тираж 40 экз. Заказ № 41/2010.

---

Издательство  
Пермского государственного технического университета.  
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.  
Тел. (342) 219-80-33.