

УДК 654.165, 681.518.5

А.Н. Рыбалев

**GSM-ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ  
В РАЗРАБОТКАХ КАФЕДРЫ АИП И Э.  
ЧАСТЬ 1. SMS**

*В статье описываются системы автоматизации, разработанные на кафедре автоматизации производственных процессов и электротехники Амурского государственного университета с применением технологий мобильной связи стандарта GSM. В первой части рассказывается о системах с передачей данных по SMS. В дальнейшем будут рассмотрены решения на базе CSD и GPRS.*

*Ключевые слова: Global System for Mobile, Short Message Service, GSM-модем, программируемый логический контроллер.*

**GSM-TECHNOLOGIES OF INDUSTRIAL AUTOMATION IN DEVELOPMENTS  
OF DEPARTMENT OF AIP AND EE. PART 1. SMS**

*The article describes automation systems developed at the Department of Automation of Industrial Processes and Electrical Engineering of the Amur State University using mobile communication technologies of the GSM standard. The first part tells about systems with data transmission via SMS. In the future, solutions based on CSD and GPRS will be considered.*

*Key words: Global System for Mobile, Short Message Service, GSM-modem, a programmable logic controller.*

**Введение**

В современных системах автоматизации и управления для передачи данных широко применяются беспроводные технологии связи, основанные на использовании радиоволн, инфракрасного, оптического или лазерного излучений. В радиоволновом диапазоне безусловным лидером является технология GSM (Global System for Mobile communications – глобальный стандарт цифровой мобильной сотовой связи, с разделением каналов по времени и частоте). Это естественным образом объясняется развитостью данной технологии и простотой сопряжения систем автоматизации с «внешним миром». Как и в случае с обычными сотовыми телефонами и смартфонами, для передачи данных могут быть задействованы такие службы как SMS, CSD, GPRS.

SMS (Short Message Service – служба коротких сообщений) – технология, позволяющая осуществлять прием и передачу коротких текстовых сообщений. В системах управления SMS используется, как правило, для информирования персонала (диспетчера) о произошедших на удаленном объекте событиях и передачи дискретных команд управлением оборудованием (включить/выключить). Для передачи данных в непрерывном режиме SMS практически не используется из-за высокой стоимости. Кроме того, время доставки SMS не регламентировано, что ставит под вопрос актуальность получаемой информации.

CSD (Circuit Switched Data – технология передачи данных) использует один временной интервал для передачи данных по голосовому каналу (аналог обычного телефонного разговора). На текущий момент CSD является самым надежным и гарантированным способом передачи данных. При использовании CSD устанавливается прозрачный канал связи между модемами и данные передаются от устройства, подключенного к одному модему, на другое, подключенное к другому модему. CSD применяется при создании систем, в которых требуется инициативная связь объекта с диспетчерским пунктом. Недостаток CSD – высокая стоимость из-за гарантированного времени соединения.

GPRS (General Packet Radio Service – пакетная радиосвязь общего пользования) – один из наиболее востребованных способов передачи данных, позволяющий пользователю сети сотовой связи производить обмен данными с другими устройствами в сети GSM и с внешними сетями (Интернет). GPRS предполагает тарификацию как по объему переданной/полученной информации, так и по времени, проведенному онлайн. Способ позволяет объекту постоянно находиться на связи, но тем не менее и этот вариант не лишен недостатков. Канал связи GPRS не является приоритетным в отличие от голосового канала (CSD), и время доставки пакетов не регламентировано.

На кафедре автоматизации производственных процессов и электротехники на протяжении последних четырех лет ведутся разработки, связанные с применением GSM-технологий как в промышленных, так и в лабораторных системах.

### Системы с применением SMS

В 2013 г. автором был разработан прототип системы удаленной диспетчеризации на базе программируемого логического контроллера ПЛК73 [1] и GSM-модема ПМ 01 [2] производства российской компании «ОВЕН». Контролировались значения двух технологических параметров. При апробации были задействованы два термопреобразователя сопротивления ТСМ для измерения температур, однако поскольку ПЛК73 оснащен универсальными аналоговыми входами, при наличии измерителей с унифицированным выходным сигналом, контролироваться могут любые физические величины. Для управления оборудованием использовался единственный дискретный выход (включение/выключение оборудования).

Информационный обмен удаленной системы управления с «диспетчером» (или «диспетчерами»), так как система предусматривала обслуживание до трех абонентов) базировался на обмене SMS-сообщениями. «Диспетчеры» при этом пользовались обычными сотовыми телефонами. Структура системы показана на рис. 1.

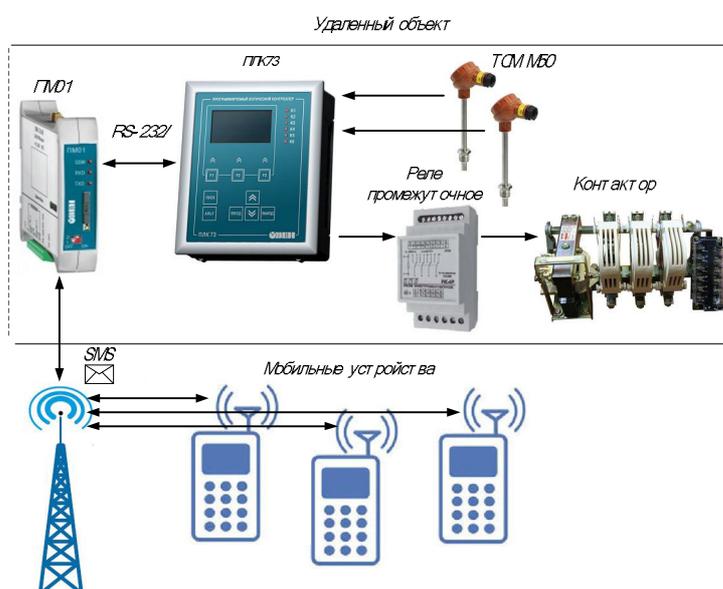


Рис. 1. Структура системы.

Система обеспечивала:

периодическое оповещение персонала о значениях контролируемых параметров и состоянии оборудования, с указанием времени измерений. Было предусмотрено до 6 плановых отправок сообщений в сутки;

внеплановое оповещение персонала о переходах контролируемых величин через границы диапазонов «нормальное состояние», «предупредительная сигнализация» и «авария». При переходе в режим «авария» оборудование автоматически отключалось, при выходе из режима – включалось, если оно принудительно не было выключено диспетчером;

выполнение запросов о состоянии и приказов по управлению оборудованием от персонала. При этом если на запрос о состоянии система давала стандартный ответ только автору запроса, то отчет о выполнении приказа включить или выключить оборудование высылался всем абонентам. Кроме того, специальным приказом можно было заставить контроллер перезагрузиться, после чего всем абонентам высылалось сообщение о старте системы.

Конфигурирование контроллера проводилось «по месту» с помощью органов его лицевой панели (кнопок, текстового дисплея) и включало задание:

числа (от одного до трех) и номеров телефонов «диспетчеров» (система полностью игнорирует сообщения с номеров, в ней не зарегистрированных);

числа (от одного до шести) и времен отправки плановых сообщений;

числовых кодов (трехзначных чисел) входящих сообщений от «диспетчеров», соответствующих запросу о состоянии, приказам на включение и отключение оборудования и перезагрузке контроллера;

границ диапазонов контролируемых величин;

возможности просмотра конфигурационных параметров в рабочем режиме.

Все указанные параметры при настройке отображались в отдельных конфигурационных меню, доступ к которым возможен только после введения пароля.

На главный «рабочий» экран контроллера выводились текущие дата и время, значения контролируемых величин и текстовая информация о режиме. Для наглядности режим контролировался также посредством двух светодиодных индикаторов лицевой панели. Помимо главного экрана в рабочем режиме, опционально было предусмотрено также отображение всех конфигурационных параметров, а также информации об ошибках связи на 5 дополнительных экранах.

При написании программного обеспечения для ПЛК73 использовалась среда программирования CoDeSys и библиотеки SysLibTime (для работы со временем), SysLibCom (для работы с последовательным портом), WorkMode (для обслуживания текстового экрана в рабочем режиме), SmsOwenLib (для приема и отправки сообщений).

Помимо основной программы PLC\_PRG, были разработаны:

функция RealToString – для преобразования вещественного значения в строку (стандартная функция REAL\_TO\_STRING работала не всегда корректно);

функциональный блок MESSAGE\_FORMER, формирующий строки с сообщениями;

программа LOAD\_CONFIG, запускаемая при старте, инициализирующая необходимые переменные и формирующая дополнительные рабочие экраны (если на это есть разрешение);

программа SMS\_QUEUEING, формирующая очередь исходящих сообщений;

программа SMS\_SENDER, очищающая очередь путем отправки сообщений через определенные интервалы времени;

программа SMS\_SERVICE, непосредственно занимающаяся приемом и отправкой каждого сообщения с помощью экземпляров функциональных блоков библиотеки SmsOwenLib.

Результаты апробации прототипа показали его работоспособность, но в то же время выявили одну проблему: по истечению некоторого заранее непредсказуемого времени с момента старта система переставала высылать плановые сообщения и выполнять команды, причем перезагрузка контроллера не приводила к восстановлению ее работоспособности. Была выявлена причина отказа – «зависание» ПО модема.

GSM-модем ПМ 01 имеет функцию автоматической перезагрузки по таймеру с уставкой от 1 до 170 часов. Помимо того, его внутренний GSM/GPRS модуль может быть перезапущен по внешнему сигналу RESET (замыканием соответствующих контактов на клеммнике) [2]. И, наконец, модем «целиком» можно перезагрузить, прекратив и возобновив подачу питания. Все эти возможности могут быть рассмотрены при решении обнаруженной проблемы, однако сразу отметим, что автоматическая перезагрузка кардинально решить ее не может: даже минимальная длительность периода неработоспособности (1 час) слишком велика для системы удаленной диспетчеризации. Принудительная перезагрузка легко осуществляется программой контроллера с воздействием на дискретный выход релейного типа, через контакт которого подается сигнал RESET или питание модема. Именно такое решение и было использовано в дальнейшем. При обнаружении ошибки отправки сообщения контроллер перезапускает модем.

Хуже обстоят дела в случае, когда модем «отказывает» в приеме входящего сообщения. Программа контроллера обнаружить этот факт никак не может, но поскольку на каждое входящее сообщение предусмотрен отклик, потерю связи обнаружит абонент, не получивший в течение определенного времени ответного сообщения. Перезапустить отказавший модем удаленно абонент не имеет возможности, поэтому ему остается либо отправиться на объект, либо ждать, пока отказ обнаружит контроллер, пытаясь отправить свое сообщение. В этом случае некоторым утешением служит то обстоятельство, что в случае «аварии» контроллер обязательно попытается свое сообщение отправить немедленно. Если ничего экстраординарного на объекте не происходит, ждать перезагрузки модема придется до следующего планового выхода на связь. Если автоматическая перезагрузка происходит чаще, чем плановые сеансы (а в разработанном прототипе так оно и есть), то, возможно, имеет смысл ее задействовать, убедившись предварительно в несовпадении моментов времени перезагрузок и отправки плановых сообщений.

В 2014 г. на основе описанного прототипа была разработана система автоматического регулирования и дистанционного контроля температуры воздуха на складе табачных изделий (дипломный проект А.В. Савиновой «Система удаленного контроля тепловых параметров на базе СМС-сервиса»). Помимо решения проблемы с зависанием модема, в программу контроллера были внесены некоторые изменения, касающиеся, в частности, алгоритма управления нагрузкой: вместо отключения оборудования при недопустимо высокой температуре теперь предусматривалось ее регулирование с воздействием на нагревательный элемент.

Дальнейшее развитие идея получила в дипломном проекте Е.А. Зекиной, А.Я. Мельника «Разработка систем дистанционного контроля и управления на базе приборов фирмы ОВЕН и GSM-технологий» (2015 г.), в котором была разработана и частично опробована система дистанционного управления лабораторной установкой и контроля доступа в лабораторию. Разработка преследовала две цели:

- 1) обеспечить возможность дистанционного управления лабораторным стендом, включающим установку для подогрева и охлаждения воды и шкаф управления на основе модулей ввода вывода МВА8 и МВУ8 производства фирмы «ОВЕН». Стенд был спроектирован и смонтирован на кафедре АПП и Э в 2006 – 2008 гг. [3, 4]. Основной задачей дистанционного управления была подготовка установки к проведению экспериментов в рамках лабораторных работ. Программа экспериментов

предусматривает предварительный вывод объекта в «рабочую точку», в которой температура воды стабильно поддерживается равной 60 – 70°. Вследствие значительной инерционности объекта нагрев воды занимает достаточно много времени, поэтому желательно, чтобы процесс был завершён ещё до начала лабораторных работ;

2) обеспечить доступ в лабораторию студентам, занимающимся дипломным проектированием и научными исследованиями, для самостоятельной работы в удобное для них время, в отсутствие преподавателей.

Структура системы показана на рис. 2, основные функции – в таблице.

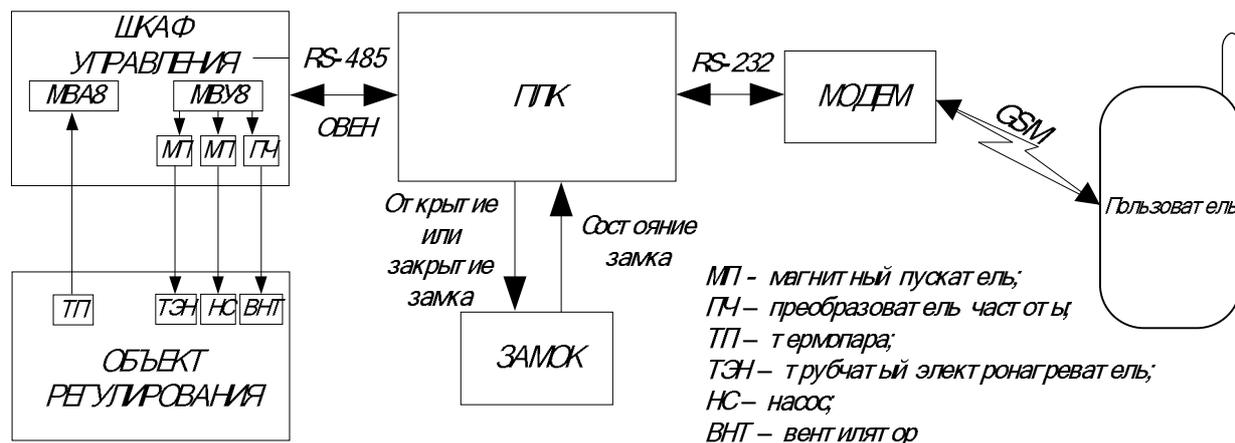


Рис. 2. Структура системы дистанционного управления и контроля доступа.

#### Основные функции системы

ФУНКЦИИ ПОДСИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ	ФУНКЦИИ ПОДСИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ
<p>Выполнение запросов на:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. включение оборудования;</li> <li>2. запуск системы регулирования с заданной пользователем уставкой по температуре и времени;</li> <li>3. отключение системы;</li> <li>4. текущее значение температуры.</li> </ol>	<p>Выполнение запросов на:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. открытие двери;</li> <li>2. закрытие двери;</li> <li>3. текущее положение ригеля замка;</li> </ol>
<p>Оповещение пользователя о:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. запуске системы;</li> <li>2. выполнении/невыполнении задания;</li> <li>3. ошибках связи, ошибках оборудования;</li> <li>4. потере управляемости.</li> </ol>	<p>Оповещение пользователя о:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. открытии двери;</li> <li>2. закрытии двери</li> </ol>

Опрос и управление модулями ввода-вывода по сети RS485 осуществляет контроллер ПЛК154, размещенный вместе с модемом ПМ01 в отдельном шкафу. К дискретному выходу контроллера предлагалось подключить электромагнит электромеханического замка ST-DB525MT производства Smartec [5]. При активации выхода на электромагнит подается напряжение и происходит разблокировка замка. Замок имеет функцию механической разблокировки, благодаря которой можно открыть дверь с помощью обыкновенного ключа. О факте открытия замок сообщает контроллеру, замыкая контакт в цепи дискретного входа последнего.

Запросы на открытие и закрытие двери принимаются от всех абонентов из списка разрешенных номеров, запрос о текущем положении ригеля – только от так называемого администратора (в

качестве которого должен выступать преподаватель). Ответные сообщения высылаются только администратору.

Все факты открытия и закрытия двери фиксируются в специальном журнале – архивном файле контроллера, причем это касается не только выполнения запросов, поступивших по СМС, но и манипуляций с ключом. Архивный файл считывается из постоянной памяти контроллера на компьютер с помощью программы CoDeSys и в дальнейшем может быть прочитан любым текстовым редактором.

1. ПЛК73. Контроллер программируемый логический. Руководство по эксплуатации.

2. GSM\GPRS модемы ПМ01 M02-24.АВ и ПМ01 M02-220.АВ. Руководство по эксплуатации.

3. Рыбалев, А.Н., Редозубов, Р.Д., Колесников, П.С. Разработка лабораторного стенда по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств» // Вестник Амурского гос. ун-та.– Благовещенск: АмГУ. – 2007, вып. 39. – С. 79–83.

4. Рыбалев, А.Н., Редозубов, Р.Д., Колесников, П.С. Модернизация лабораторного стенда по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств» / Вестник Амурского гос. ун-та.– Благовещенск: АмГУ. – 2008, вып. 43. – С. 50–53.

5. Сайт компании «АРМО-Системы», авторизованного поставщика оборудования Smartec [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.smartec-security.ru/news/electric-lock.htm>. – 2.08.2017.

УДК 654.165, 681.518.5

## ЧАСТЬ 2. CSD и GPRS

*Описываются системы автоматизации, разработанные на кафедре автоматизации производственных процессов и электротехники Амурского государственного университета с применением технологий мобильной связи стандарта GSM. Приводятся решения, использующие CSD и GPRS.*

*Ключевые слова: Circuit Switched Data, General Packet Radio Service, GSM-модем, программируемый логический контроллер, SCADA-система, одноплатный компьютер RaspberryPi, мессенджер Telegram.*

*The article describes automation systems developed at the Department of Automation of Industrial Processes and Electrical Engineering of the Amur State University using mobile communication technologies of the GSM standard. Of the article is devoted to solutions using CSD and GPRS.*

*Key words: Circuit Switched Data, General Packet Radio Service, GSM-modem, programmable logic controller, SCADA system, RaspberryPi single-board computer, Telegram messenger.*

### Лабораторный комплекс

В 2016 г. лаборатория кафедры пополнилась в числе прочих новым лабораторным комплексом «Автоматическая система управления наружным освещением», лицевая панель которого показана на рис. 3. Комплекс позволяет производить управление пускателями наружного освещения в ручном, автоматическом и дистанционном режимах, а также контролировать наличие напряжения по трем фазам и измерять параметры электрической энергии (напряжение, ток, частоту, полную, активную и реактивную мощности, коэффициент мощности) как с помощью органов лицевой панели, так и дистанционно, на экране персонального компьютера.



Рис. 3. Лицевая панель лабораторного комплекса.

В состав комплекса входят лампы нагрузки, автоматические выключатели и компактные пускатели, реле контроля напряжения фаз, программируемый логический контроллер ПЛК 100, измеритель параметров электрической энергии OMIX, индикаторы наличия питания, состояния фаз, имитации ламп двух фаз, кнопки ручного управления пускателями, выключатели ввода неисправности ламп, а также два модема ПМ01, один из которых подключен через последовательный интерфейс RS 232 к ПЛК, а другой – через преобразователь интерфейсов AC4 (RS 485/USB) к компьютеру.

Программное обеспечение представляет собой программу контроллера и экран визуализации (рис. 4), разработанные в среде CoDeSys и реализующие дистанционный режим, а также автоматическое управление освещением по введенному графику.

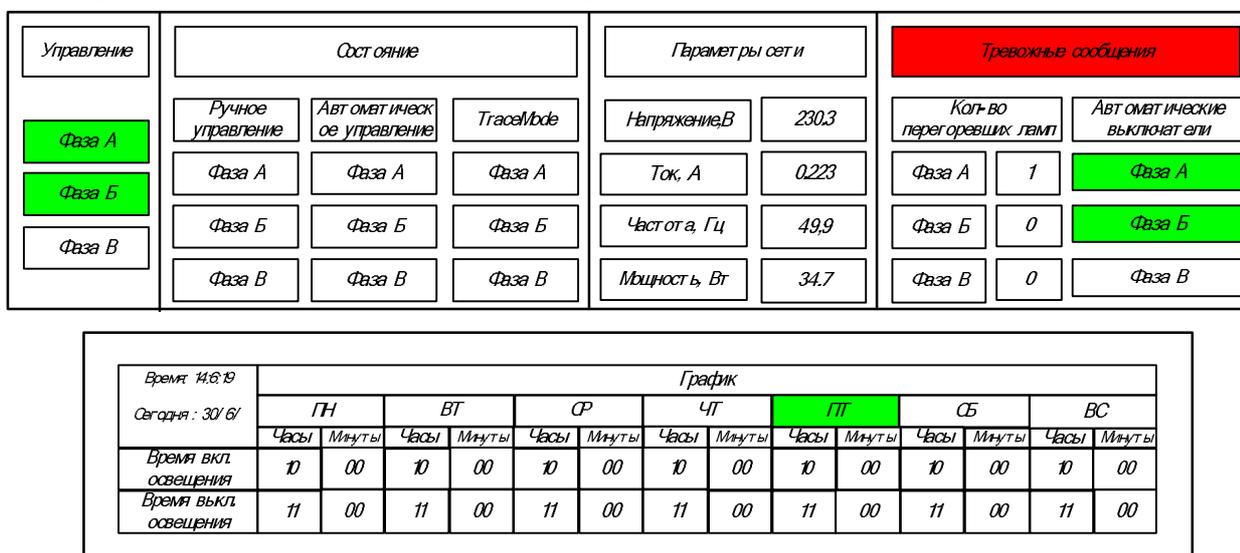


Рис. 4. Экран визуализации.

Персональный компьютер соединяется с ПЛК по сети Ethernet (как для программирования, так и для работы в режиме дистанционного управления онлайн). Таким образом, в имеющейся конфигурации модемы и GSM-соединение никак не задействованы, хотя все технические возможности для этого есть и в документации к стенду показана «полная» структурная схема. Видимо, разработчики аппаратуры и программного обеспечения не нашли друг с другом общего языка ...

## Система с применением CSD

В 2017 г. в рамках выпускной квалификационной работы И.А. Коняева, П.С. Ляшенко «Система диспетчеризации на основе GSM-технологий (комплексная работа)», выполненной под руководством автора, на основе лабораторного комплекса разработана система удаленной диспетчеризации, в которой задействованы модемное соединение и технология CSD для передачи данных. Структура аппаратной части показана на рис. 5, состав программного обеспечения и межпрограммный обмен представлены на рис. 6. Для организации информационного обмена в системе задействованы две сети Modbus, в одной из которых ПЛК является ведущим устройством (Master), в другом – ведомым (Slave).

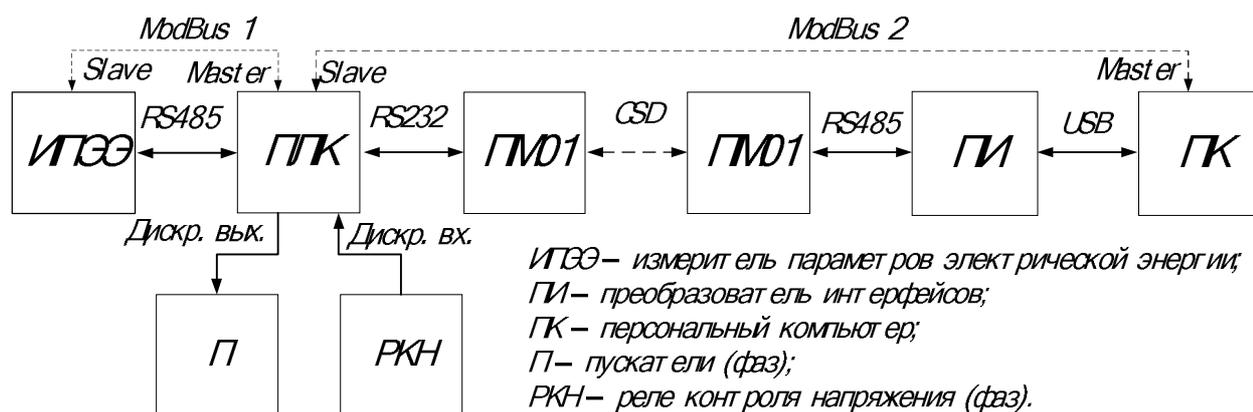


Рис. 5. Структура системы удаленной диспетчеризации на базе CSD.

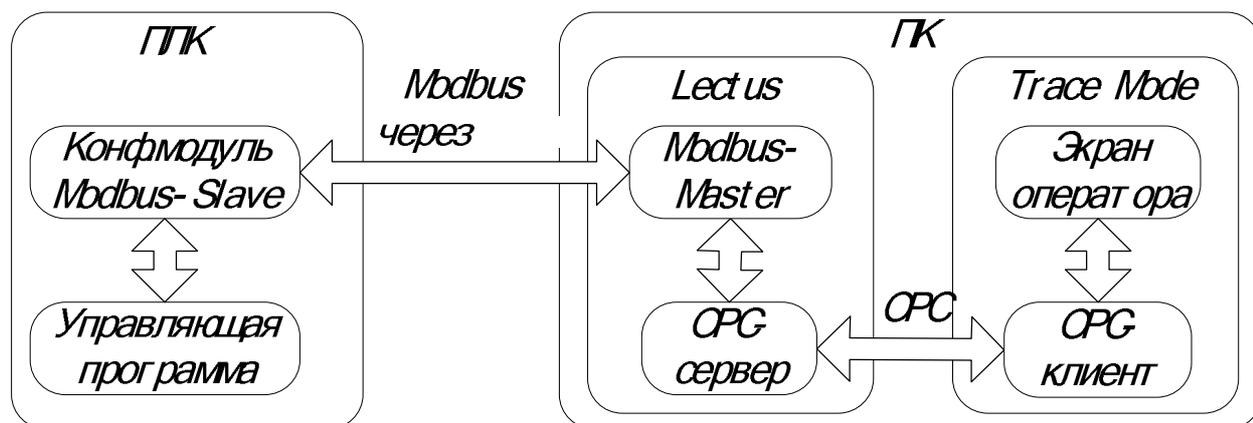


Рис. 6. Межпрограммный обмен.

Важную роль в организации обмена данными играет Modbus OPC/DDE server Lectus от Lectussoft [1]. Программа выступает в качестве ведущего устройства Modbus и одновременно – OPC-сервера, в ней производится настройка соединения и формирование списка тегов для обмена по протоколу OPC. Настройка соединения подразумевает установку параметров обмена по протоколу Modbus и работы с последовательным портом, к которому подключен модем. Поскольку вместо последовательного порта используется USB, потребовалось установить специальный драйвер-эмулятор последовательного порта.

В соответствии с логикой работы сети Modbus ведомое устройство, в качестве которого выступает ПЛК, не может инициализировать обмен данными, поэтому период его опроса со стороны ведущего устройства должен быть небольшим (в работе он принят равным 3 мин.). Кроме периодического опроса, Lectus настроен на внеплановую установку соединения в случае изменения значений переменных, предназначенных для записи в ПЛК. При этом происходит как запись, так и чтение данных из ПЛК.

Дистанционное управление процессом осуществляется с помощью монитора реального времени Trace Mode [2], который выступает в качестве OPC-клиента. Экран монитора показан на рис. 7.

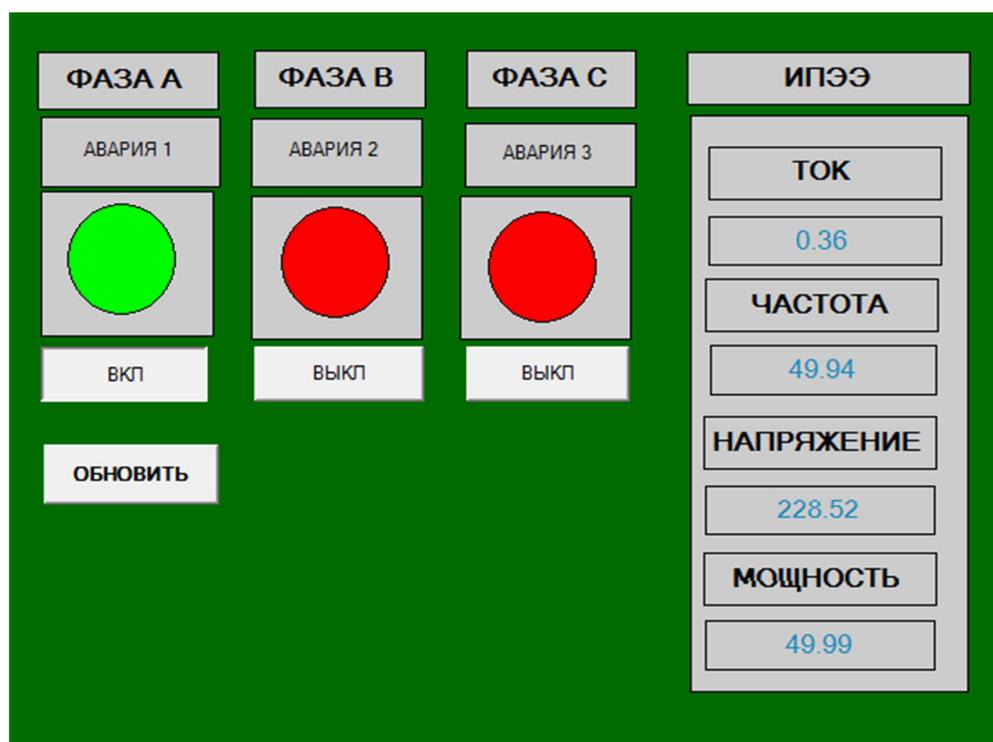


Рис. 7. Экран монитора реального времени Trace Mode.

Экранная кнопка «Обновить» предназначена для инициации внеплановой связи с ПЛК: при ее нажатии происходит изменение фиктивной переменной, включенной в список для записи в контроллер, в результате Lectus подает модему команду начать дозвон.

В настоящее время в системе пока не реализованы механизмы обнаружения зависания модемов, однако можно указать общие принципы, на которых они могут быть построены. Монитор реального времени способен обнаружить потерю связи по признаку недостоверности каналов, привязанных к обмену по OPC. Какой из двух модемов отказал, можно определить по «логу» в программе Lectus. ПЛК, как ведомое звено, без принятия специальных мер обнаружить потерю связи не в состоянии. В то же время программно обнаружить потерю связи довольно легко. Для этого достаточно задействовать в обмене две булевы переменные, одна из которых считывается SCADA-системой из ПЛК, другая – записывается в ПЛК. На одной из сторон (неважно, на какой) в *отправляемую* переменную записывается значение *считанной*, а на другой делается то же самое, но с инверсией. Если в течение определенного времени (немногим большим, чем период опроса) считанное значение не изменяется, делается вывод о потере связи. ПЛК перезапускает модем, а SCADA, как минимум, выдает тревожное сообщение.

Следует отметить, что в Trace Mode реализована возможность прямого обмена по протоколу Modbus через модемное соединение, поэтому OPC-сервер Lectus – в общем случае лишнее звено. Но на данном этапе освоения технологии преимущества этой программы (простота настройки соединения, наглядность, протоколирование сеансов связи) представляются существенными. Вариант системы с прямым соединением планируется рассмотреть в дальнейшем.

### Система с применением GPRS

Альтернативную рассмотренной выше систему уже на базе GPRS-технологии предложил и самостоятельно разработал И.А. Коняев. Оригинальность решения состоит в том, что вместо ПЛК

был задействован миниатюрный одноплатный компьютер RaspberryPi [3], что позволило реализовать достаточно удобный доступ пользователя к удаленному объекту через мессенджер для смартфонов Telegram. Структура системы показана на рис. 8.

В Telegram зарегистрирован специальный чат-бот (виртуальный собеседник), с которым общается пользователь: отправляет запросы и получает ответы. На самом деле запросы пользователя сохраняются в очереди на сервере Telegram, а компьютер RaspberryPi циклически выбирает их оттуда и обрабатывает, после чего формирует и отправляет серверу ответы. Сервер транслирует ответы пользователю. В работе использовался RaspberryPi 2 Model B (рис. 9), построенный на базе чипа Broadcom BCM2836 SoC с архитектурой ядра Quad-core ARM Cortex-A7, тактовой частотой 900 МГц и 1 ГБ ОЗУ. Компьютер имеет видео- и аудиовыходы, 4 порта USB и 27 портов ввода/вывода общего назначения GPIO. Габаритные размеры – 85 x 56 x 17мм.

Наличие такого мощного вычислительного средства позволило также расширить возможности системы. Было решено дополнительно реализовать функции измерения и контроля температуры и давления наружного воздуха, а также температуры и влажности внутри помещения, для чего были выбраны датчик давления и температуры BMP280 и датчик влажности и температуры DHT11. Для управления нагрузкой (пускателями) использован релейный модуль на базе реле SRD-05VDC-SL-C (рис. 10). Датчики и модуль подключаются к компьютеру по цифровым интерфейсам GPIO.

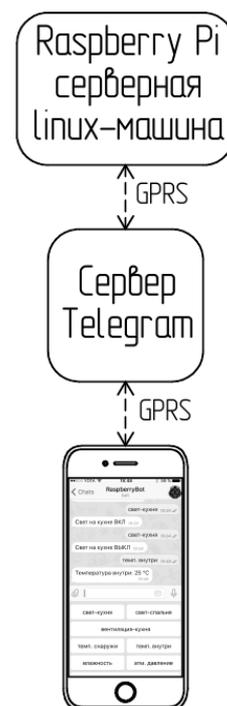


Рис. 8. Структура системы.

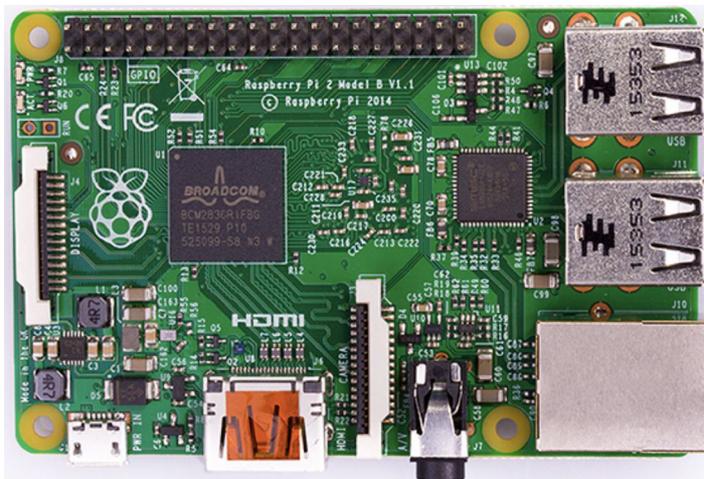


Рис. 9. RaspberryPi 2 Model B.



Рис. 10. Датчики BMP280, DHT11 и релейный модуль.

Компьютер работает под управлением операционной системы Linux (Raspbian – официальный дистрибутив для RaspberryPi).

Для хранения данных о пользователях и архива измеряемых величин под управлением СУБД PostgreSQL создана база данных, включающая таблицы пользователей и их ролей, показателей температур, давления и влажности. Таблицы показателей обновляются с периодом, равным 2 часам.

Для разработки программного обеспечения выбран язык Python, по умолчанию уже установленный в системе. Python позволяет с помощью малых конструкций решать достаточно сложные задачи благодаря большому количеству библиотек, в том числе для работы с сервисами баз данных, GPIO-интерфейсами и Internet [4]. Разработана программа, включающая главный модуль и 7 дополнительных: работы с пользователями в БД; работы с измерителем параметров электрической энергии; работы с датчиком температуры и давления; работы с датчиком влажности и температуры; отправки электронных писем при входе пользователя в систему; создания графиков и сохранения их в графических файлах; формирования записей в БД о температуре, давлении и влажности.

Программное обеспечение выполняет следующие запросы пользователей: включение/выключение фаз; получение параметров электрической энергии (напряжения, тока, частоты, полной, активной и реактивной мощностей, коэффициента мощности); получение текущих показателей температур, давления и влажности; получение суточных и недельных графиков температур, давления и влажности; управление пользователями: получение списка, добавление и удаление пользователей, изменение имени и e-mail; управление администраторской записью: назначение нового администратора и «отставка» старого.

Пользовательский интерфейс на смартфоне рядового пользователя включает меню управления системой с подменю статистики, настройки профиля и справки. Возможности администратора расширяются посредством дополнительного меню, в котором можно просматривать весь список пользователей, добавлять или удалять пользователей, назначать или убирать администраторов. Все меню и подменю выполнены в виде экранных кнопок, однако команды можно вводить и в текстовом виде. На рис. 11 показаны примеры выполнения некоторых запросов.

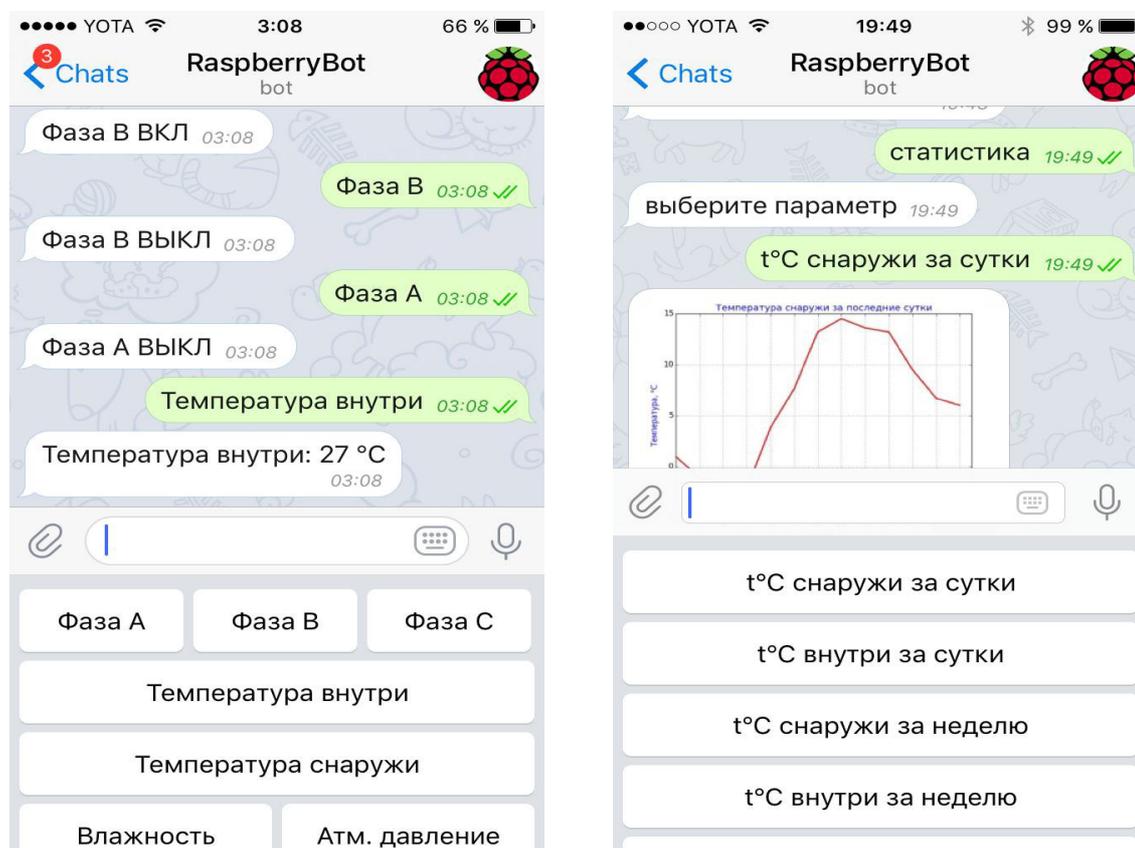


Рис. 11. Примеры выполнения пользовательских запросов.

Вопрос безопасности решен следующим образом. При каждом входе в систему зарегистрированного пользователя на его e-mail отправляется письмо со ссылкой, по которой надо перейти, чтобы начать работу в системе. При этом ссылка работает только один раз, при повторном входе процедуру нужно пройти заново. Преимуществом такого подхода является отсутствие необходимости в запоминании пароля для доступа к системе.

### Заключение

В результате проведенных на кафедре исследований с привлечением студентов, выполняющих ВКР, разработан ряд прототипов систем удаленной диспетчеризации на базе GSM-технологий. Аппаратные решения и программные средства используются в учебном процессе и могут быть положены в основу систем промышленного назначения.

---

1. LectusSoft.com: Разработка программного обеспечения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://lectussoft.com>. – 21.08.2017.

2. Сайт компании AdAstrA Research Group Ltd [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.adastra.ru>. – 21.08.2017.

3. Англоязычный официальный сайт по RaspberryPi «RaspberryPi» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.raspberrypi.org>. – 28.08.2017.

4. Python 3 для начинающих [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pythonworld.ru>. – 2.08.2017.