

*Лемешко К.О.,
студент магистратуры
2 курс, кафедра «Электроэнергетика и автоматика»
Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова,
Россия, г. Белгород*

ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛА MODBUS

***Аннотация:** Modbus – распространенный стандарт в промышленной автоматизации, поддерживаемый множеством устройств. В данной статье рассматриваются основы открытого коммуникационного протокола Modbus и его базовые принципы работы. Протокол Modbus дает возможность обмена данными между одним устройством Master и несколькими Slave, соединенными общей шиной.*

***Ключевые слова:** электроэнергетика, автоматизация, диспетчеризация, мониторинг, информационный протокол, Modbus.*

***Annotation:** Modbus is a common standard in industrial automation, supported by many devices. This article discusses the basics of the Modbus open communication protocol and its basic operating principles. The Modbus protocol allows data exchange between one master device and several slaves connected by a common bus.*

***Key words:** electroenergetics, automation, dispatching, monitoring, information protocol, Modbus.*

Измерения показателей технологических процессов являются актуальной задачей современного мира, ведь без правильного температурного режима невозможно сохранить и приготовить продукты, а превышение параметров

электрической сети может привести к аварии и опасным последствиям. Поэтому измерения, а также анализ измерений, очень важны.

Основные параметры электрических цепей – сила тока, напряжение, сопротивление, мощность тока. Для их измерения предназначены электроизмерительные приборы. Система мониторинга и диспетчеризации, выполненная на базе контроллеров, позволяет контролировать текущие значения параметров работы электроснабжения, дистанционно изменять значения требуемых параметров, управлять режимами работы систем, а также получать, фиксировать и хранить в архиве сигналы, сигнализирующие о неисправности аппаратуры или системы электроснабжения [1]. Эти данные можно получить по протоколу Modbus.

Стандартная система диспетчеризации, как правило, состоит из диспетчерского пункта и шкафа автоматики, включающий в себя свободно программируемый контроллер, который обеспечивает управление и сбор данных с оборудования. Шкаф автоматики устанавливается непосредственно поблизости с инженерным оборудованием.

Система диспетчеризации электрической сети служит для оперативного управления электрооборудованием системы электроснабжения, ведения учета потребления электроэнергии, осуществления экономичного и безаварийного режима работы, контроля показателей качества электроэнергии и параметров оборудования.

Оборудование систем электроснабжения обслуживается специальным контроллером, который является по сути сервером ввода/вывода. Для обеспечения доступа диспетчера к графическим экранам с мнемосхемами системы электроснабжения устанавливается специальный компьютер с web-сервером. Информационный обмен осуществляется через стандартные интерфейсы, например, RS-485, установленные в контролируемом оборудовании по открытым информационным протоколам Modbus [1].

Открытые коммуникационные протоколы Modbus являются самыми распространенными в мире. Стандарт Modbus был впервые разработан

компанией Modicon (на данный момент принадлежит Schneider Electric) с целью использования в её контроллерах с программируемой логикой в 1979 году. Первые контроллеры использовали последовательный интерфейс RS-232 с четырехпроводной линией передачи данных, а затем несколько позднее стали применять интерфейс RS-485 с двухпроводной линией передачи. Интерфейс RS-485 обеспечивает более высокую надежность и делает возможным использование более длинных линий связи и подключение к одной линии несколько устройств. Многие производители электронного оборудования поддержали этот протокол, и теперь миллионы Modbus-устройств успешно эксплуатируются по всему миру [2].

Протокол является необходимой частью работы системы электроснабжения. Контроллеры взаимодействуют по модели ведущий (Master, MS) - ведомый (Slave, SL), основанной на группе последовательных операций с базой данных, состоящих из запроса и ответа [3]. Как правило, в сети присутствует только одно ведущее (главное) устройство, и несколько ведомых (подчиненных) устройств. Ведущий может адресовать запрос индивидуально любому из подчиненных или инициировать передачу широковещательного сообщения для всех подчиненных устройств. Для широковещательного режима зарезервирован адрес "0" (при использовании в команде этого адреса она принимается всеми устройствами сети). Ведомое устройство, опознав свой адрес, отвечает на запрос, который адресован только ему. При получении же широковещательного запроса ответ подчиненными устройствами не формируется [4].

Протокол Modbus имеет два режима передачи: ASCII (в России практически не используется) и RTU (Remote Terminal Unit – «удаленное терминальное устройство»).

На рисунке 1 представлен режим передачи RTU, в котором данные передаются младшими разрядами вперед.

Стартовый бит	1 МЗР	2	3	4	5	6	7	8	Бит паритета	Стоп-бит
---------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	--------------	----------

Рисунок 1. Последовательность битов в режиме RTU

По умолчанию в RTU режиме бит паритета устанавливают равным 1, если количество двоичных единиц в байте нечетное, и равным 0, если оно четное. Такой паритет называют четным и метод контроля называют контролем четности. Но при четном количестве двоичных единиц в байте бит паритета может быть равен 1. В этом случае говорят, что паритет является нечетным. При отсутствии бита паритета на его место записывается второй стоп-бит [4].

Modbus-шина состоит из одного магистрального кабеля, от которого делаются отводы. Магистральный кабель должен содержать 3 проводника в общем экране, два из которых представляют собой витую пару, а третий соединяет общие выводы всех интерфейсов RS-485 в сети. Общий провод и экран должны заземляться в одной точке, и желательно около ведущего устройства. Максимальная длина магистрального кабеля при скорости передачи 9600 бит/с и сечении жил более 0,13 мм² достигает 1 км, а отводы от магистрального кабеля не должны быть длиннее 20 м.

Устройства подключаются к кабелю следующими способами:

- напрямую к магистральному кабелю;
- через пассивный разветвитель (тройник);
- через активный разветвитель (содержащий развязывающий повторитель интерфейса).

Стандарт на протокол Modbus обязует применять терминальные резисторы для всех скоростей обмена, номинал которых может быть равным 150 Ом и мощностью 0,5 Вт. Modbus-устройство обязательно должно поддерживать скорости обмена 9600 бит/с и 19200 бит/с, из них 19200 бит/с устанавливается "по умолчанию".

Протокол Modbus предполагает, что только одно ведущее устройство (контроллер) и не более 247 ведомых (модулей ввода-вывода) на общей шине могут быть объединены в единую сеть. Обмен данными всегда инициируется ведущим устройством. Ведомые устройства же, пока не получают запрос от ведущего, никогда не начнут передачу данных. Они также не могут обмениваться данными друг с другом, отсюда следует, что в любой момент времени в сети Modbus может происходить только один акт обмена.

Адреса с 1 по 247 являются адресами Modbus устройств в сети, а с 248 по 255 зарезервированы. Мастер не имеет адреса, а в сети не должно быть устройства с одинаковыми адресами.

Протокол Modbus преобразует результат измерения в кодированные сигналы для передачи по интерфейсу RS-485 на контроллер верхнего уровня автоматизированной системы диспетчерского управления. RS-485 – стандарт, который может определять электрические характеристики приемников и передатчиков информации, которые используются для передачи двоичных сигналов в цифровых многоточечных сетях. Интерфейс RS-485 является одним из самых распространённых стандартов физического уровня в инновационных средствах промышленной автоматизации [5].

В основе интерфейса RS-485 лежит способ дифференциальной или балансной передачи данных. Суть этой передачи заключается в том, что по одному проводу передается нормальный сигнал, а по второму проводу – инвертированный сигнал, из чего можно заключить, что между двумя проводами витой пары всегда существует разность потенциалов. Когда разность потенциалов положительна, реализуется логическая «единица», а когда отрицательна – логический «нуль».

На рисунке 2 представлена топология сетей интерфейса RS-485 через протокол Modbus. Конфигурация сети представляет собой последовательное присоединение приемников и передатчиков к витой паре. При этом сеть не должна содержать длинных ответвлений, вызывающих рассогласования и отражения сигнала, при подключении устройств. Проблема отражений сигнала в

интерфейсе решается с помощью согласующих резисторов – «терминаторов», которые устанавливаются непосредственно у выходов двух приемников и передатчиков, максимально отдаленных друг от друга.

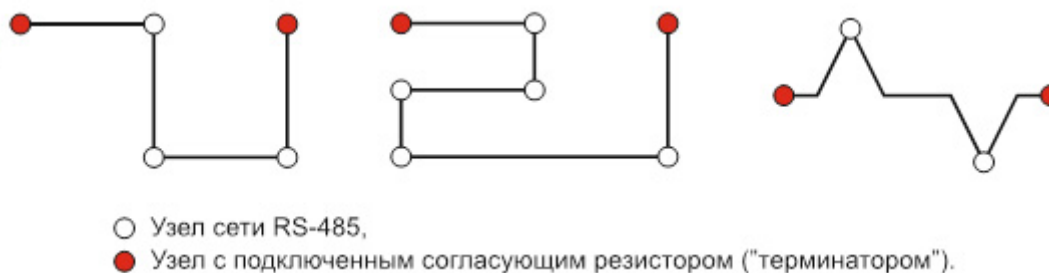


Рисунок 2. Примеры топологий сетей RS-485

В мире информационных технологий система диспетчеризации и мониторинга является неотъемлемой частью автоматизации технологическими процессами, т.к. она осуществляет взаимодействие подсистем и осуществляет управление и автоматизированный контроль инженерного оборудования. Система диспетчеризации и мониторинга позволяет эргономично расходовать энергетические ресурсы, что влияет на снижение эксплуатационных затрат. Использование данной системы оказывает положительное влияние на производительность труда [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Структура и функции диспетчеризации электроснабжения: сайт «Союз свободных электриков». [Электронный ресурс]. URL: <http://electromaster.ru/modules/myarticles/article.php?storyid=398> (дата обращения: 10.03.2019).
2. Универсальные системы мониторинга и управления на основе modbus: сайт «Sensor-tools. Инструменты мониторинга и контроля». [Электронный ресурс]. URL: <http://sensor-tools.ru/monitoring/universalnye-sistemy-monitoringa-i-upravleniya-na-osnove-modbus/> (дата обращения: 12.03.2019).

3. Википедия – свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Modbus> (дата обращения: 12.03.2019).
4. Сети и интерфейсы для систем промышленной автоматизации: сайт «Энциклопедия АСУ ТП». [Электронный ресурс]. URL: http://www.bookasutp.ru/Chapter2_8.aspx (дата обращения: 11.03.2019).
5. Рекомендации по разводке сети интерфейса RS-485: сайт компании «Энергия-Источник». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eni-bbm.ru/index.php/ru/doc/statya/226-rs-485> (дата обращения: 10.03.2019).
6. Диспетчеризация и мониторинг: сайт компании «Системы телекоммуникаций и безопасности». [Электронный ресурс]. URL: http://www.stbk.ru/articles/dispatcherizacija_i_monitoring/ (дата обращения: 13.03.2019).