



ПРИМЕНЕНИЕ SCADA-СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

В статье представлена архитектура SCADA-системы, данная система управляет теплотехническим оборудованием и осуществляет визуализацию производственного процесса в реальном времени. Описаны основные характеристики контрольно-измерительных приборов, силового и вспомогательного оборудования. Полученные результаты показывают, что управление на основе SCADA-системы обеспечивает повышение качества производства в котельных.

SCADA, мнемосхема, визуализация, температура, давление, функциональная схема, протокол, человеко-машинный интерфейс.

Одной из главных потребностей человека является тепло. На сегодняшний день данную потребность удовлетворяют городские предприятия. Их основная деятельность заключается в производстве тепловой энергии и ее реализации путем распределения и передачи в городскую систему отопления, вентиляции и обогрева водоснабжения своих и иных предприятий, коммунальных домов, школ и учебных центров [1].

Основная масса используемых газовых котельных физически устарели, их технико-экономические показатели низки, а отсутствие современных автоматизированных систем управления приводит к ограничениям снабжения тепловой энергией сетевых районов с высокой нагрузкой [2].

Процесс работы газовых отопительных инженерных сооружений первой категории осуществляется по следующему плану. В котельный цех из городского водоснабжения поступает вода, которая накапливается в баках на случаи утечек. Вода поступает в трубчатую рубашку водоподогревателя, где способом теплообмена с нагретой сетевой водой повышает свою температуру и используется для собственных нужд. Параллельно в фильтрах происходит процесс деаэрации, который представляет собой очищение подпиточной воды от смеси газов, которые способствуют ускоренному разрушению металлических труб и сплавов конструкции посредством окисления. Деаэраторы имеют функцию сбережения, то есть в них хранится химически очищенная вода для будущего использования. Также из солерастворителя поступает солевой раствор на вводы деаэраторов. Подпиточная станция обеспечивает подачу дополнительной очищенной воды в обратную трубу тепловой сети, сетевые насосы способствуют движению жидкости в котлы и далее по магистрали. В теплофикационных водогрейных вертикально-трубных газовых котлах происходит нагрев воды. Согласно [2] работу котла должна обеспечивать автоматика. В котельную, в газораспределительный пункт поступает природный газ из городской газораспределительной станции. Газорегуляторные установки снижают давление и по трубопроводу до-

ставляют газообразное топливо к горелкам котла. Вентиляторы способствуют попаданию воздуха в топочные камеры котла. В камере происходит смешение кислорода и газа с их последовательным сгоранием, за счет чего происходит нагрев теплоносителя. Горячая очищенная вода под давлением движется по отопительным контурам и отдает тепло потребителям, остывает и по обратным трубам возвращается в котлы для нагрева. Происходит повторение цикла. При сгорании газа выделяются вредные для здоровья человека продукты сгорания, при помощи дымососов происходит их удаление через дымовую трубу.

Существующая организация управления формирует следующие проблемы: при возникновении несчастного случая или аварии оператор котельной вынужден сообщать о происшествии по телефонной связи, у диспетчера отсутствует беспроводное или же цифровое оповещение; история событий оформляется в письменном виде, электронный журнал на месте или в диспетчерской отсутствует; избыточное количество оборудования, такого как контрольно-измерительные приборы, силовое и вспомогательное оборудование, заставляют оператора преодолевать путь через весь производственный цех для записи конкретного параметра, что означает отсутствие единого рабочего места оператора со всеми параметрами в электронном виде.

Предлагаемым решением представленных выше проблем является внедрение SCADA-системы, которая обеспечивает взаимодействие программного обеспечения и оборудования с целью контроля за состоянием всего технологического процесса. На мониторе оператора в режиме реального времени должна отображаться такая информация, как значения отслеживаемых параметров и признаки ошибок контрольно-измерительных приборов и дополнительного оборудования. Ход производственного процесса должен документироваться в цифровом виде как в операторской, так и в диспетчерской.

Трехуровневая иерархическая система управления представлена в виде структурной схемы на рисунке 1.

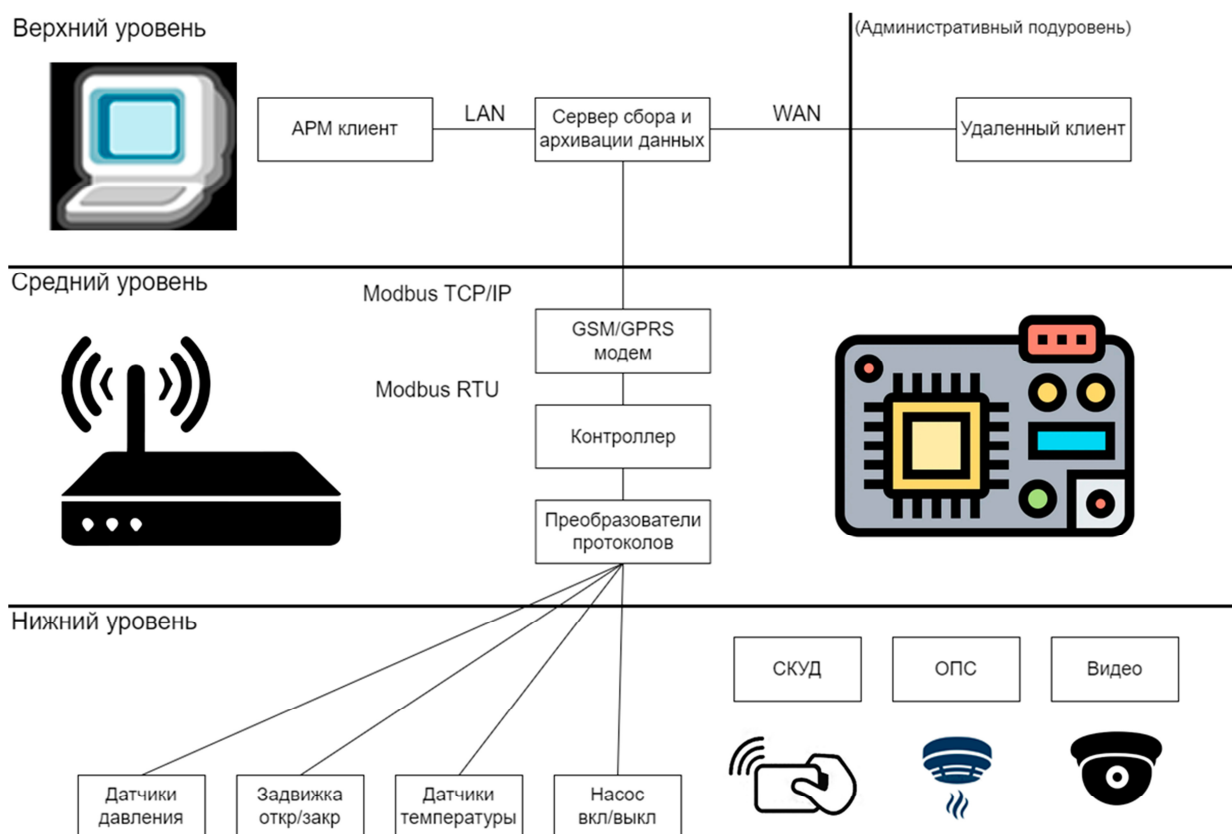


Рис. 1. Структурная схема SCADA-системы

На нижнем уровне располагаются контрольно-измерительные приборы, преобразователи частоты и датчики. Их задачей является определение физических величин в режиме реального времени. Данное оборудование подключается к программируемому логическому контроллеру через аналоговые и дискретные входы или выходы, по интерфейсу RS-485.

Средний уровень представлен интерфейсами обмена данных и программируемыми логическими контроллерами. Здесь устанавливается связь между всем оборудованием, обрабатывается первичная информация, формируются и подаются управляющие сигналы на исполнительные механизмы.

Верхний уровень работает с информацией, полученной от предыдущего уровня, а именно осуществляет ее сбор, хранение, обработку и визуализацию. К этому уровню относятся средства обмена данными, персональный компьютер и дополнительные устройства слежения за процессом.

SCADA-система, применяемая для городских газовых котельных, должна соответствовать следующим техническим требованиям: при разработке человеко-машинного интерфейса обеспечивать простоту и удобство; после устранения аварии в системе электроснабжения самостоятельно подключаться к оборудованию и проводить его диагностику; измерять, обрабатывать и сохранять информацию о ходе производственного процесса; иметь перспективы для модернизации.

Существует большое количество отечественных и зарубежных SCADA-систем, которые имеют базовые сходства друг с другом, поэтому выбор программного комплекса является нетривиальной задачей. Предлага-

ется использовать программно-аппаратный комплекс MasterSCADA 4D отечественной фирмы «Ин-Сат», который: поддерживает объектный подход, используемый на уровне описания системы во время ее настройки для конкретного объекта диспетчеризации [3]; совместим с имеющимся оборудованием на котельных; имеет встроенную библиотеку, направленную на разработку человеко-машинного интерфейса для котельных; совместим с популярными СУБД; имеет в своем составе уже готовое оборудование для автоматизации.

На объекте добавлено новое оборудование, а также проведен анализ имеющегося, которое совместимо с комплексом и удовлетворяет существующим условиям, при которых необходимо решать задачи импортозамещения и конкретные технические требования MasterSCADA 4D.

Основным управляющим звеном является программируемый логический контроллер отечественной фирмы «ОВЕН» модели ПЛК110-220.30.P-MS4-3[M02]: он поддерживает используемые интерфейсы и протоколы данных [4]. Для непрерывного измерения давления воды применяется преобразователь давления фирмы «ОВЕН» модели ПД100-ДИ, который имеет диапазон рабочего давления от 0,016 до 40 МПа. Для непрерывного измерения давления газа применяется преобразователь давления фирмы «ОВЕН» модели ПД100-ДИ: он имеет диапазон рабочего давления от 0,016 до 40 МПа. Для непрерывного измерения температуры входящей и выходящей воды, температуры дымовых газов используются датчики температуры модели ДТС 095-50М.В3.100, которые имеют рабочее давление от 0,4 до 10 МПа. Присут-

ствии пламени на горелках котла выявляют фотоэлектронные сигнализаторы модели ФСП 1.2. Для непрерывного измерения давления воздуха и его разрежения в котле используются модели АДН-50.2 и АДР-50.2, которые имеют диапазоны измерения от -50 до 50 кПа. Расходомеры электромагнитные фирмы «ВТК» модели РСЦ имеют рабочие давление от 0 до 2,5 МПа. Насосы и преобразователи частоты фирмы «Wilo» и «OMRON» работают с номинальной мощностью от 11 до 30 кВт.

Важной технической задачей, от решения которой зависят эффективность, безопасность и мотивация персонала, является корректное размещение оборудования.

На конкретном техническом объекте, а именно на котельной по адресу ул. Горького, 99а, был реализован план размещения оборудования, который изображен на рисунке 2.

Каждому элементу соответствует свой номер на схеме. Обозначения всех элементов представлены в таблице.

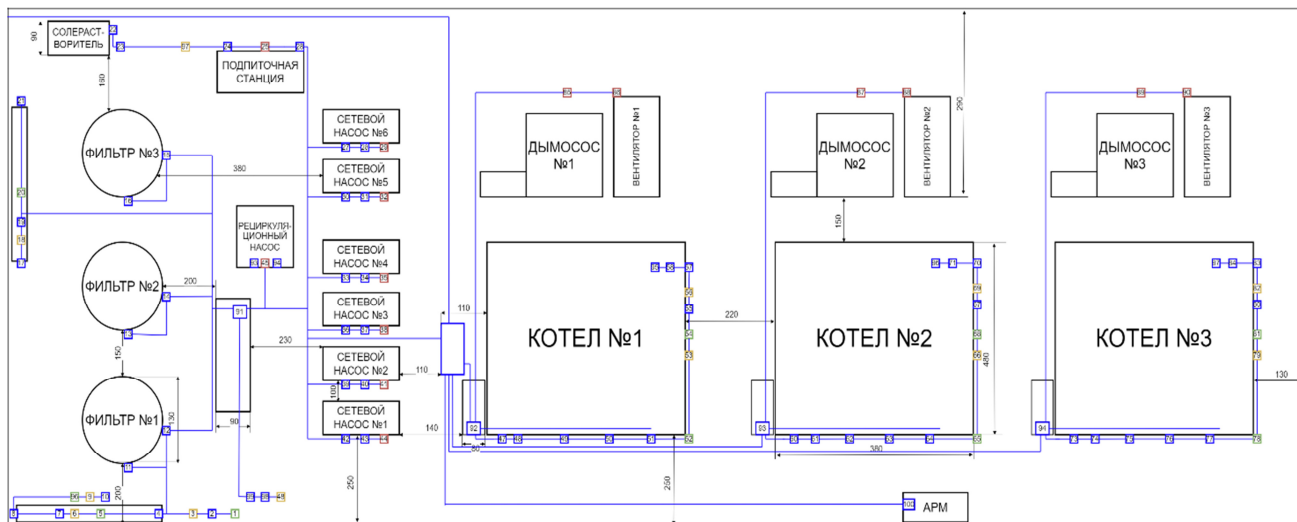


Рис. 2. Схема размещения оборудования

Таблица

Обозначения элементов на рисунке 2

Номер	Перечень оборудования
1, 5, 20, 98	РСЦ на вводе водопровода
2, 4, 7, 8, 17, 19, 21, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 22, 23, 24, 26, 98, 99, 48, 49, 50, 51, 61, 62, 63, 64, 74, 75, 76, 77, 58, 71, 84, 95, 96, 97, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 42, 43	ПД-100 ДИ
3, 6, 9, 18, 46, 56, 69, 82, 53, 66, 79	ДТС 095-50М.В3.100.1 на вводе водопровода
10	АИР-20/М2-ДА
52, 65, 78	АИР-20/М2-ДИ
55, 68, 81	АИР-20/М2-ДД
97	АИР-20/М2-ДИГ
25	МН1-405/ЕР
29, 32, 35, 38, 41, 44	Е-9Р-030Т4Х
45	АТV212HD11N4
85, 87, 89	Е-9Р-022Т4Х
86, 88, 90	Е-9Р-011Т4Х
91, 92, 93, 94	ПЛК110-220.30.Р-MS4-3 [M02] в щитах автоматики
59	Распределительный щит управления питанием
100	Автоматизированное рабочее место и ЕКІ-1222І
47, 60, 73	Метран-55-ДИ 518
54, 67, 80	АДН-50.2 на каждом котле
57, 70, 83	АДР-50.2 на каждом котле
100	Рабочее место оператора

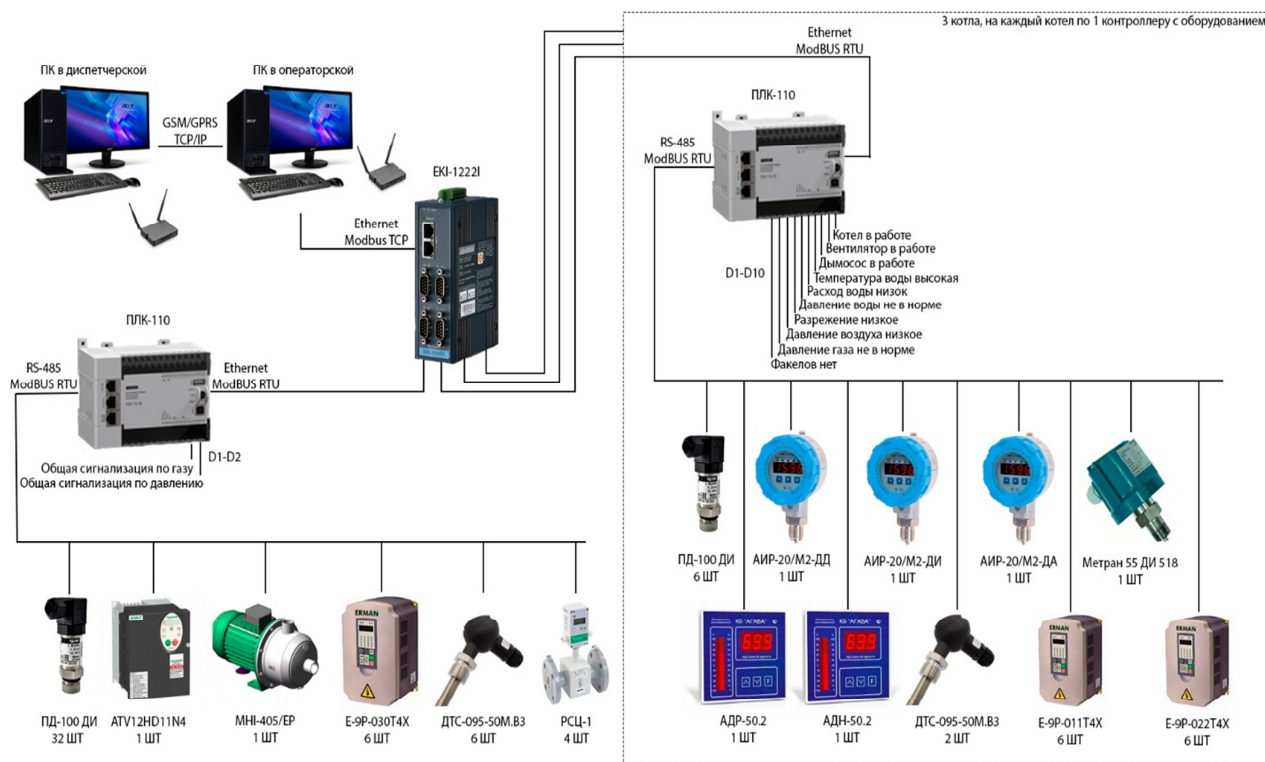


Рис. 3. Функциональная схема

Подключение всего оборудования автоматизации показывает функциональная схема на рисунке 3. Преобразователи частоты и датчики подключены к ПЛК, используют интерфейс RS-485 через протоколы Modbus. Реле сигнализаций и контроля состояния котла присоединены через аналоговые входы. Преобразователь протоколов объединяет все программируемые логические контроллеры и подсоединяется к персональному компьютеру оператора. Далее, информация о котельной по сети GSM передается в диспетчерский пункт. В программном обеспечении MasterPLS Designer создается программа работы, а затем загружается в контроллер [5].

Интерфейс RS-485 передает сигналы в обоих направлениях по витой паре. Топология сети выражена в виде длинной линии, к которой в разных местах подключены устройства КИП.

Человеко-машинный интерфейс дает возможность наблюдения за технологическим процессом в котельной и его параметрами [6]. Мнемосхема позволяет отслеживать состояние всего оборудования, давление, температуру теплоносителя на всех контурах, скорость вращения насосов, вентиляторов и дымоходов. Мнемосхема должна быть понятна и удобна для взаимодействия с оператором и старшим персоналом котельной.

Таким образом, в результате исследования данной темы был рассмотрен, проанализирован и на основании этого подробно изложен способ реализации SCADA-системы для управления теплотехническим

оборудованием, который широко используется при модернизации городских газовых котельных. Разработка и внедрение данной системы позволили сократить время и затраты, которые необходимо уделить на поиск утечек и аварий, их прогнозирование и устранение.

Литература

1. АО «Вологдагортеплосеть»: официальный сайт. – URL: <https://vgts35.ru> (дата обращения: 09.11.2022). – Текст: электронный.
2. ГОСТ-50831-1995. Установки котельные. Тепломеханическое оборудование. Общие технические требования. Электронный фонд документов – URL: <https://base.garant.ru/3924581> (дата обращения: 16.11.2022). – Текст: электронный.
3. Интеллектуальные системы автоматизации и технологии: официальный сайт. – URL: <https://insat.ru> (дата обращения: 09.11.2022). – Текст: электронный.
4. ОВЕН. Оборудование для автоматизации: официальный сайт. – URL: <https://owen.ru> (дата обращения: 13.11.2022). – Текст: электронный.
5. Sensoren. Промышленные датчики: официальный сайт. – URL: <https://www.sensoren.ru> (дата обращения: 15.11.2022). – Текст: электронный.
6. Ситуационные интеллектуальные системы поддержки принятия решений / А. Н. Швецов, А. А. Сукончиков, Д. В. Кочкин, И. А. Андрианов. – Курск: Университетская книга, 2018. – 251 с.

A.N. Shvetsov, M.A. Makarovskiy
Vologda State University

USE OF SCADA SYSTEM FOR CONTROL OF HEAT ENGINEERING EQUIPMENT

The article presents the architecture of the SCADA system. This system controls the heating equipment and performs visualization of the production process in real time. The main characteristics of control and measuring devices, power and auxiliary equipment are described. The results obtained show that the management based on the SCADA system ensures an increase in the quality of production in boiler rooms.

SCADA, mnemonic circuit, visualization, temperature, pressure, functional diagram, protocol, human-machine interface.