

# КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА

- Обогрев протяженных и сверхпротяженных трубопроводов
- Защита от замерзания емкостей и резервуаров
- Обогрев оборудования в опасных и взрывоопасных зонах
- Поддержание температуры жидкостей и газов
- Системы обогрева для морских ледостойких платформ и подводных комплексов
- Система обогрева нефтяных скважин
- Теплоизоляция и антикоррозионные покрытия
- Обеспечение работы агрегатов и технологического оборудования при низких температурах
- Системы управления и контроля, низковольтные комплексные устройства (НКУ)



**ПРОЕКТ • ПОСТАВКА • МОНТАЖ • ПУСКОНАЛАДКА • СЕРВИС**



141008, Московская область,  
г. Мытищи, Проектируемый проезд 5274, стр. 7  
Тел/факс: +7 495 627-72-55  
www.sst-em.ru, www.sst.ru  
email: info@sst-em.ru

Инжиниринговая компания «ССТЭнергомонтаж» — российский разработчик и поставщик систем электрообогрева и теплоизоляции для различных отраслей промышленности. «ССТЭнергомонтаж» входит в Группу компаний «Специальные системы и технологии», которая является лидером российского рынка электрообогрева более 25 лет.

#### Наши преимущества:

- Полный комплекс услуг: от проектирования до сервисного обслуживания
- Единственный в России производитель проводящих пластмасс и саморегулирующихся кабелей полного цикла
- 28 лет успеха на рынке
- 100% контроль качества
- Единая точка ответственности

# Управление электрообогревом протяженных трубопроводов

Автоматизированная система управления электрообогревом (АСУЭ) представляет собой комплекс средств автоматического управления, мониторинга, сбора и передачи информации в системы верхнего уровня АСУ ТП заказчика. Многие современные производства невозможно представить без АСУЭ. Подобные системы крайне востребованы на предприятиях, где необходимо защитить от замерзания рабочие объекты, но при этом контролировать работу греющего электрооборудования трудно по объективным причинам. Среди этих причин можно назвать и сложность промышленных зданий и сооружений (например, нефтеперерабатывающих заводов), и их большую протяженность. Трубопроводы добывающих предприятий тянутся на тысячи километров по труднодоступным регионам, и без современных технологий, позволяющих обеспечить удаленный, но точный мониторинг, дистанционно поддерживать корректную работу нагревательного кабеля и других устройств, их работа будет недостаточно эффективна. АСУЭ – это современное, высокотехнологичное решение, которое вне зависимости от сложности объекта гарантирует улучшение работы систем электрообогрева (СЭО), значительно упрощает их контроль и эксплуатацию для обслуживающего персонала, оптимизирует затраты. Инжиниринговая компания «ССТЭнергомонтаж», которая входит в ГК «ССТ», более 20 лет занимается разработкой АСУЭ и их поставкой на крупнейшие нефтегазовые объекты, в числе которых Таманский перегрузочный комплекс, Новопортовское месторождение, комплекс Усть-Луга, «Ямал СПГ», комплекс очистных сооружений «Биосфера» Московского нефтеперерабатывающего завода, СПГ-терминал в Высоцке и многие другие. Мы обратились к начальнику отдела АСУ ТП компании «ССТЭнергомонтаж» [Николаю Александровичу Синякову](#) с просьбой рассказать об особенностях автоматизированных систем управления электрообогревом протяженных нефтепроводов. ■■■■■

**ЦИТАТА:** Наши системы управления электрообогревом на базе контроллеров хороши тем, что передают весь объем данных, который регистрируется или вычисляется системой. И наш заказчик может дистанционно этой системой управлять.

**ИСУП:** Какие параметры контролируют ваши системы управления электрообогревом (АСУЭ)?

**Н. А. Синяков:** Система электрообогрева предназначена для поддержания заданной температуры, соответственно в первую очередь контролируется температура. Устройство управления, которое входит в состав

АСУЭ, производит включение/отключение питания нагревательных кабелей на основании измеренной температуры. Для измерения температуры в промышленных системах электрообогрева (СЭО) применяются в основном термосопротивления или термопреобразователи с унифицированным токовым сигналом 0(4)...20 мА. Термометры сопротивления используются

► Н. А. Сняков,  
начальник отдела АСУ ТП  
«ССТЭнергомонтаж»



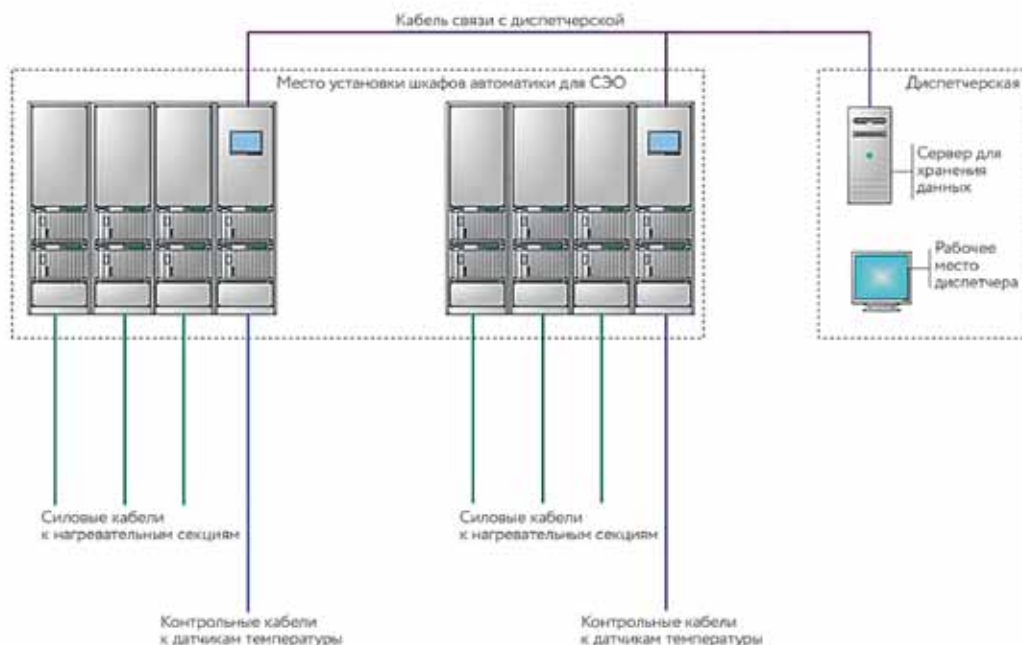
для измерения на небольших расстояниях, до 100 м. Термопреобразователи с унифицированным токовым сигналом помимо датчика температуры имеют в своем составе встроенный нормирующий преобразователь в токовый сигнал, что позволяет проводить измерения на более значительном расстоянии, до 1000 м. Это наиболее распространенные средства измерения. Реже мы используем в проектах датчики с HART-протоколом, интерфейсом RS-485, датчики с беспроводным каналом передачи данных. В системах промышленного электрообогрева может измеряться как температура обогреваемого объекта, так и температура окружающей среды. При измерении температуры окружающей среды устройство управления реализует пропорциональное управление. В этом случае система работает циклически, вычисляя по заданным уставкам и текущей температуре время, на ко-

торое обогрев должен быть включен и отключен в рамках одного цикла. Цикл, как правило, составляет 100 минут. Вычисление производится в начале каждого цикла.

**ИСУП:** Какие еще параметры, кроме температуры, контролирует система?

**Н. А. Сняков:** В простых системах, выполняемых на базе примитивных регуляторов температуры, контролируется в первую очередь температура трубопровода. Чем выше требования к системе электрообогрева (развитость информационных функций, дистанционный контроль и управление), тем больше сигналов приходится контролировать. В первую очередь речь идет о параметрах самой АСУЭ, о ее возможности контролировать и передавать на верхний уровень данные о состоянии работы СЭО, информировать об авариях или внештатных ситуациях. В рамках шкафа управления (ШУ), например, могут отслеживаться: состояние включения обогрева (по срабатыванию контактора или наличию тока на линии), состояние и срабатывание автоматических выключателей по каждой линии, срабатывание УЗО, состояние и срабатывание вводного автомата, состояние контрольного оборудования (зависание, потеря связи между устройствами).

В более сложных системах реализуется контроль токов по каждой линии, а также контролируется ток утечки. Это позволяет оценить работу и состояние подсистемы обогрева, то есть самих нагревателей. Зная характеристики кабеля, мы можем рассчитать точную закономерность: при определенной температуре должна быть



► Общая схема  
автоматизированной  
системы управления  
электрообогревом (АСУЭ)

определенная мощность. Очень интересно измерять текущие токи и понимать, выходит у нас кабель на рабочую мощность или не выходит. Ведь могут быть разные неисправности, дефекты монтажа, и мы это видим по измерению тока. В программе задаются некоторые границы, скажем, каким должен быть ток в нормальных условиях, его расчетные граничные значения. Соответственно, если он выходит за эти границы, система сигнализирует о какой-то нештатной ситуации, повреждениях кабеля или изоляции.

**ИСУП:** Как решается задача обогрева длинных трубопроводов?

**Н. А. Синяков:** Для обогрева трубопроводов средней длины применяются системы на основе электрического нагревательного кабеля постоянной мощности. А для магистральных трубопроводов – индукционно-резистивные системы обогрева.

В отличие от СЭО на основе саморегулирующихся лент в этих системах существует опасность перегрева нагревателя. Так что помимо температуры поверхности трубопровода мы также контролируем температуру нагревателя. При больших длинах трубопровода температура может контролироваться более чем в одной точке, например в начале и в конце трубопровода. Применение современных средств автоматизации, а именно программируемых логических контроллеров, позволяет написать уникальный алгоритм для каждого конкретного проекта и решить любую задачу по управлению обогревом, сколько бы ни было точек контроля. Однако при большом количестве точек контроля температуры или при значительной удаленности точки контроля от шкафа управления могут возникнуть сложности с передачей показаний от датчиков в ШУ. Как передавать данные на большие расстояния? Если датчик расположен на расстоянии до тысячи метров от шкафа, то, как правило, мы применяем датчик с унифицированным токовым сигналом 4...20 мА. Если расстояние больше, то необходимо искать другие способы передачи данных. Это могут быть системы беспроводной передачи данных, использование оптоволоконного кабеля.

**ИСУП:** Насколько часто встречались проекты с оптоволоконным кабелем?

**Н. А. Синяков:** Нечасто. Во-первых, оптоволокно не самый дешевый способ передачи данных, а во-вторых, бывает, что чисто физически его невозможно проло-



◀ Шкаф автоматики в составе АСУЭ

жить. Есть такие места, куда и на вертолете не долететь, да и монтаж оптического кабеля имеет ряд особенностей. Но самое критичное – организация точки питания. Ведь если мы тянем оптику к датчику температуры, то на этом конце должен быть какой-то шкаф, куда эта оптика подключается, и в этот шкаф приходит также сигнал от датчика температуры. А к шкафу нужно подключить питание, чтобы он заработал. Это не всегда возможно. В этих случаях могут быть использованы беспроводные каналы передачи данных. Датчик и устройство передачи данных может питаться от аккумуляторных батарей или, например, от ветрогенераторов. Хотя последнее крайне редко встречается на практике.

**ИСУП:** Расскажите, пожалуйста, об интеграции АСУЭ с АСУ ТП заказчика.

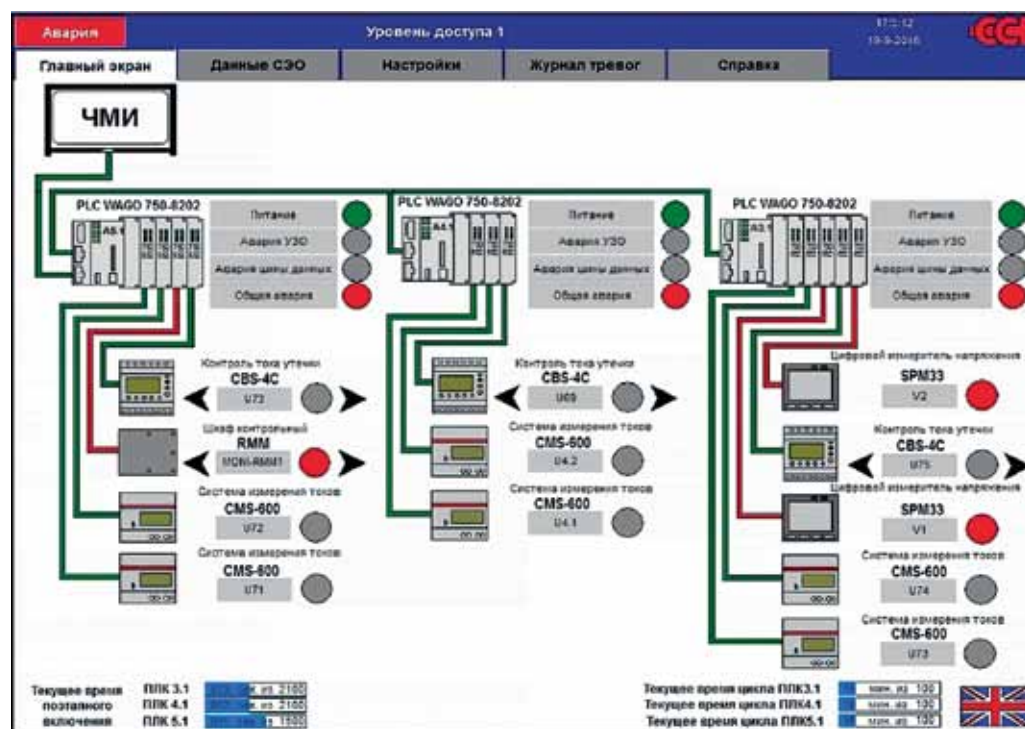
**Н. А. Синяков:** Интеграция с АСУ ТП верхнего уровня осуществляется в основном по общепромышленным интерфейсам передачи данных. Если судить по опросным листам на шкафы, по техническим заданиям, то как наиболее распространенные интерфейсы можно выделить RS-485 (протокол Modbus RTU) и Ethernet (протокол Modbus TCP). Наши АСУЭ позволяют передавать на верхний уровень весь объем данных, с которыми они работают. Это ин-

формация об общих системных авариях, о наличии питания в шкафу, срабатывании УЗО, срабатывании различных защит и индикации защиты в рамках шкафа, это передача текущего времени контроллера. Также на верхний уровень передаются данные по каждой отдельной линии: ее состояние, авария датчика этой линии, температура линии, ее рабочая уставка, возможность включения/выключения обогрева на линии и возможность изменения рабочей уставки. Плюс по каждой линии в зависимости от системы передается набор неких состояний индикации. Например, индикатор может сигнализировать о недогреве или перегреве линии (если есть дополнительные уставки температуры), об аварии (если срабатывает какой-нибудь элемент или контактор). То есть наши системы управления электрообогревом на базе контроллеров хороши

тем, что передают весь объем данных, который регистрируется или вычисляется системой. И наш заказчик может дистанционно этой системой управлять.

**ИСУП:** Вы выполняете разработку верхнего уровня АСУЭ?

**Н. А. Синяков:** Да, безусловно. Ведь именно в связке с системой диспетчеризации АСУЭ и является полной и законченной системой управления электрообогревом. Что касается систем верхнего уровня, то у нас, например, был реализован очень интересный проект на Московском нефтеперерабатывающем заводе. Там требовалось обогревать мембранный биореактор, который применяется для удаления загрязняющих веществ. То есть очистка происходит с помощью микроорганизмов, а они очень чувствительны к температуре. Вот



► Интерфейс программы для службы эксплуатации



► Интерфейс программы для диспетчерской

весь этот комплекс, включающий трубопроводы, резервуары и открытые площадки, мы оборудовали нагревательным кабелем (около 25 километров кабеля на всё ушло) и установили систему АСУЭ, которая включает в себя 100 шкафов управления уличного исполнения, один шкаф сбора данных и автоматизированное рабочее место оператора.

### ИСУП: Каковы особенности человеко-машинного интерфейса ваших программ на уровне шкафов?

**Н. А. Сиянков:** Первое, что хотелось бы отметить, это что, работая над проектами, наряду со стандартными решениями мы применяем решения под конкретные задачи, поскольку в ТЗ очень часто встречаются требования заказчика по отображению информации на панелях оператора. Это могут быть требования к списку отображаемых данных, к способу их отображения или даже, например, к размеру монитора. Наша команда программистов готова реализовать любой запрос заказчика.

Если говорить о стандартных решениях, то, проанализировав свой опыт и отклики клиентов, которые были получены за долгие годы работы, мы пришли к выводу, что наиболее удобно представлять данные в табличном виде, а не рисовать мнемосхемы с трубами, резервуарами и т. д. Ведь система может включать до нескольких сотен точек контроля температуры и линий. Отразить всё это в виде мнемосхем на небольшой панели оператора, да так, чтобы с этим было удобно работать, просто нереально. Службе эксплуатации нужен оперативный доступ к ретроспективной информации, а не красивые картинки. Красивые картинки больше уместны в диспетчерских, в системах верхнего уровня. Там оператору необходимо видеть общую картину, мнемосхему объекта, чтобы быстро сориентировать дежурный персонал для выполнения работ на проблемном участке. Поэтому мы пришли к самому простому с точки зрения восприятия способу представления данных — табличному. В таблице отражены данные по каждой линии, указаны объекты обогрева, датчики температуры, текущие температуры, уставки и т. д. А уже из таблицы по каждой подсистеме обогрева можно открыть окно с более подробной информацией и другими настройками.

Беседовал С. В. Бодрышев,  
главный редактор журнала «ИСУП».

### Пример построения архитектуры АСУЭ на объекте

На иллюстрациях в интервью приведены примеры интерфейса АСУЭ, контролирующей работу системы электрического обогрева. Данный проект, включающий как построение самой системы электрообогрева, так и внедрение АСУЭ, специалисты компании «ССТЭнергомонтаж» выполнили для крупного предприятия, занимающегося производством и транспортировкой СПГ в Ямало-Ненецком округе. В состав АСУЭ входят: шкафы силовые (ШС), шкафы автоматики (ША) и датчики температуры. АСУЭ управляет электрообогревом, используя сигналы, полученные от датчиков температуры: анализируя полученные данные, автоматически включает либо отключает обогрев. Всю «интеллектуальную» работу выполняют контроллеры (ПЛК), расположенные в нескольких шкафах автоматики ША-ТМ-10005-0001. Характеристики данного шкафа перечислены в таблице.

Таблица. Технические характеристики ША-ТМ-10005-0001

Параметр	Значение	
Стартовая мощность нагрузки, кВт	157	
Номинальная мощность нагрузки, кВт	137	
Номинальный ток, А	320	
Номинальная частота питающей сети, Гц	50	
Номинальное напряжение питающей сети, В	380/220	
Габаритные размеры, мм, не более	высота	2213
	ширина	3400
	глубина	625
Масса, кг, не более	850	
Степень защиты оболочки	IP54	

Шкаф ША-ТМ-10005-0001 состоит из четырех панелей. В первой панели находится силовая питающая часть шкафа, в остальных расположены силовая часть и автоматика управления – ПЛК. Информация отображается на жидкокристаллической панели на двери шкафа автоматики. Также на передних панелях всех четырех секций находятся элементы индикации для сигнализации о различных состояниях.

Кроме того, информация о состоянии системы электрообогрева передается в АСУ ТП верхнего уровня через интерфейс RS-485 по протоколу Modbus RTU или через интерфейс Ethernet по протоколу Modbus TCP/IP. Протокол передачи данных определяется настройками, которые оператор задает на панели оператора.



▲ Шкаф ША-ТМ-10005-0001



«ССТЭнергомонтаж» (входит в ГК «ССТ»),  
г. Мытищи, МО,  
тел.: +7 (495) 627-7255,  
e-mail: info@sst-em.ru,  
сайты: www.sst-em.ru,  
www.sst.ru, www.sstprom.ru