

# ПОЛНОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ БЮДЖЕТНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ

*Вирвич П.В.<sup>1</sup>, Курганов В.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> НИ ТПУ, г. Томск (студент гр. 8Т12 ОАР, ИШИТР), e-mail: pvz8@tpu.ru

<sup>2</sup> НИ ТПУ, г. Томск (к.т.г., доцент ОАР, ИШИТР), e-mail: kurganov@tpu.ru

## **Аннотация**

В статье рассматривается вопрос выбора архитектуры автоматизированной системы управления (АСУ) котельной установкой. Проведено сравнение двух подходов: использования локальных приборов и построения системы на базе программируемых логических контроллеров (ПЛК). Анализируются преимущества и недостатки каждого подхода, а также их экономическая эффективность в зависимости от количества контролируемых параметров.

**Ключевые слова:** система автоматизации, распределенная система, централизованная система, система управления, интеграция систем, контроль технологических процессов, автономные компоненты.

## **Введение**

Автоматизация котельных установок является важным направлением в развитии систем теплоснабжения, поскольку позволяет повысить их эффективность, безопасность и надежность. Современные технологии управления обеспечивают оптимизацию рабочих процессов, минимизируют энергозатраты и снижают влияние человеческого фактора. В условиях стремления к повышению энергоэффективности и экономичности эксплуатации автоматизация становится неотъемлемой частью инженерных решений.

Выбор подходящей системы автоматизации зависит от множества факторов, включая количество контролируемых параметров, бюджет проекта, требования к надежности, удобству эксплуатации и возможности дальнейшей модернизации. В данной статье рассматриваются два варианта построения системы автоматизации котельной: распределенная система на базе локальных приборов и централизованная система на базе программируемого логического контроллера (ПЛК).

Распределенная система построена на основе отдельных программируемых реле и измерительных приборов, работающих независимо друг от друга. Такой подход позволяет снизить затраты на оборудование и упростить обслуживание, но требует более сложной кабельной инфраструктуры и усложняет передачу данных на верхний уровень управления. Централизованная система, напротив, основана на едином ПЛК, который собирает данные со всех датчиков и управляет исполнительными механизмами [1]. Она обеспечивает высокую степень автоматизации, удобную визуализацию процессов и простоту масштабирования, но требует значительных финансовых вложений и более сложного технического обслуживания.

Целью данной работы является анализ и сравнение этих двух систем с точки зрения их стоимости, функциональных возможностей и перспективности применения в условиях современных котельных установок.

## **Централизованная система на базе ПЛК**

Централизованная система автоматизации котельной на базе программируемого логического контроллера (ПЛК) и SCADA-системы является высокотехнологичным решением, которое обеспечивает комплексный контроль и управление котельной установкой [2]. Однако, как и любая другая система, она имеет свои достоинства и ограничения.

Одним из главных преимуществ централизованной системы является высокая степень автоматизации и удобство управления. Применение ПЛК и SCADA-системы позволяет организовать полностью автоматизированный процесс управления котельной [3], сводя к

минимуму необходимость вмешательства оператора. Система позволяет мониторить все параметры котельной в реальном времени, что дает возможность своевременно реагировать на изменения в процессе. Также важным преимуществом является единая точка контроля и мониторинга. Благодаря централизованному подходу все данные о работе котельной собираются в одном месте, обеспечивая полную картину технологического процесса. Это упрощает анализ работы системы, помогает в принятии более обоснованных решений и позволяет оперативно устранять неисправности. Современные SCADA-системы могут не только собирать и отображать данные, но и проводить анализ, прогнозировать возможные неисправности, а также оптимизировать работу котельной.

Гибкость системы и возможность масштабирования также являются значимыми преимуществами. Система на базе ПЛК легко адаптируется к изменениям в конфигурации котельной, позволяя добавлять новые датчики, исполнительные механизмы и функциональные возможности без значительных затрат. Высокая надежность и отказоустойчивость также являются сильными сторонами такой системы. Современные ПЛК обладают высокой устойчивостью к перегрузкам, помехам и сбоям питания, что делает систему более надежной по сравнению с решениями на основе локальных приборов.

Тем не менее, централизованные системы имеют и свои недостатки. Одним из них является высокая стоимость внедрения. Закупка ПЛК, модулей ввода/вывода, SCADA-системы, коммуникационного оборудования и их программирование требуют значительных финансовых затрат по сравнению с локальными системами. Кроме того, для проектирования, монтажа и настройки системы требуются квалифицированные специалисты, что также увеличивает общие затраты.

Еще одним недостатком является сложность обслуживания. Централизованная система требует специализированных знаний для обслуживания и настройки ПЛК и SCADA-системы. В случае поломки контроллера или программного сбоя может произойти полное отключение автоматизированного управления котельной. Для повышения отказоустойчивости требуется резервирование контроллеров и наличие нескольких уровней защиты, что увеличивает стоимость системы.

Централизованная система также требует стабильного электропитания и защиты от сетевых сбоев, что приводит к необходимости использования источников бесперебойного питания (ИБП) и продуманных систем резервирования. Эти дополнительные компоненты увеличивают расходы на систему. В крупных распределенных системах могут возникать задержки в передаче данных и выполнении управляющих команд, особенно при высоком трафике и недостаточно продуманной сети связи.

Таким образом, централизованная система автоматизации котельной на базе ПЛК и SCADA-системы обеспечивает высокий уровень контроля, надежности и удобства управления. Однако ее внедрение требует значительных затрат, высокой квалификации персонала и проработки вопросов отказоустойчивости. В следующих разделах статьи будет проведено сравнение централизованной системы с распределенной системой на базе локальных приборов, что позволит оценить их эффективность и определить, в каких случаях целесообразнее применять тот или иной подход.

### **Распределенная система на базе локальных приборов**

Распределенная система автоматизации котельной, основанная на локальных приборах, представляет собой менее централизованный подход к управлению технологическими процессами. В этой системе все ключевые компоненты, такие как датчики, реле, исполнительные механизмы и системы управления, работают автономно, без необходимости в централизованном контроллере, например, ПЛК. Каждый прибор выполняет свою задачу и взаимодействует с другими элементами через заданные логические связи, что делает такую систему достаточно гибкой и самодостаточной.

Одним из основных преимуществ распределенной системы является ее экономичность. Поскольку система не требует использования сложных контроллеров и дорогостоящего программного обеспечения, стоимость установки и эксплуатации значительно ниже по сравнению с централизованными решениями. Это делает такую систему особенно привлекательной для объектов с небольшими масштабами, где высокая степень автоматизации не является критичной.

Другая сильная сторона распределенной системы – высокая надежность. Поскольку каждый прибор работает автономно, отказ одного из элементов не приводит к сбою всей системы. Это делает систему более устойчивой к неисправностям, так как другие компоненты продолжают функционировать. Таким образом, распределенная система обладает высокой отказоустойчивостью, что является важным фактором для обеспечения стабильной работы.

Тем не менее, такая система имеет ограничения, одним из которых – масштабируемость. При необходимости добавления новых устройств или расширения системы на большие масштабы могут возникнуть сложности с интеграцией и настройкой дополнительных компонентов. Каждый новый элемент требует отдельной настройки и подключения, что может стать проблемой при росте объекта или при необходимости модернизации.

В итоге, распределенная система на базе локальных приборов является хорошим решением для малых и средних объектов, где не требуется высокая степень интеграции и сложного централизованного управления. Это экономичный, надежный и относительно простой способ автоматизации процессов, подходящий для объектов с ограниченным количеством параметров. Однако для более сложных и масштабных установок, где важна высокая степень координации и централизованного управления, такой подход может иметь свои ограничения.

### **Сравнение систем**

При сравнении распределенной системы на базе локальных приборов и централизованной системы на базе ПЛК можно выделить несколько ключевых аспектов, показанных в таблице 1, которые влияют на выбор наиболее подходящей системы для автоматизации котельной установки. Для объектов средней мощности, как котельная установка, где автоматизация не требует сложных и масштабируемых решений, система на локальных приборах окажется самым выгодным вариантом.

Главным преимуществом распределенной системы является ее стоимость. Система на локальных приборах существенно дешевле, так как не требует использования сложных и дорогих компонентов, таких как ПЛК или SCADA-система. Это делает систему более доступной для установки и эксплуатации, что особенно важно для объектов, где высокая степень автоматизации не является критичной. В отличие от нее, централизованная система требует значительных затрат на оборудование, ПЛК и программное обеспечение, что увеличивает начальные и эксплуатационные расходы.

Сложность установки также является важным фактором. Распределенная система на локальных приборах характеризуется простотой монтажа и настройки, так как каждый прибор функционирует автономно. В этом случае не требуется глубокое знание в области программирования и настройки централизованных систем. Напротив, централизованная система с ПЛК и SCADA требует более сложной установки и квалифицированных специалистов для настройки и обслуживания, что увеличивает время на ввод в эксплуатацию.

Распределенная система отличается высокой надежностью. Отказ одного из локальных приборов не нарушает функционирование остальных элементов системы. Это повышает устойчивость к сбоям, так как нет единой точки отказа, как в случае с ПЛК в централизованной системе. В случае выхода из строя ПЛК в централизованной системе вся система может выйти из строя, что потребует значительных усилий для восстановления.

Простота обслуживания также является значительным преимуществом системы на локальных приборах. Она не требует высококвалифицированного персонала, и неисправности

легко локализируются, что сокращает время на ремонт и снижает расходы на обслуживание. В отличие от этого, централизованная система требует более квалифицированных специалистов для диагностики и ремонта, что увеличивает затраты на техническое обслуживание и снижает гибкость в обслуживании.

Распределенная система также имеет меньше рисков ошибок и сбоев, так как каждый прибор работает независимо, и сбой одного элемента не влияет на функционирование других. В централизованной системе сбой в ПЛК может привести к остановке работы всей установки, что требует дополнительных резервных решений и повышает риски.

Для объектов средней мощности, где количество параметров не слишком велико и не требуется высокая степень координации, распределенная система является наиболее подходящей. Она обеспечивает оптимальное соотношение цены, функциональности и надежности, в то время как централизованная система с ПЛК и SCADA требует больших инвестиций, более сложного обслуживания и может быть избыточной для такой установки.

Таблица 1. Анализ – сравнение параметров систем

<b>Параметр</b>	<b>Распределенная система (локальные приборы)</b>	<b>Централизованная система (ПЛК + SCADA)</b>
Стоимость установки	Низкая, из-за отсутствия сложных компонентов и ПЛК	Высокая, требует дорогостоящих ПЛК, SCADA и дополнительных модулей
Сложность установки	Простая установка, мало компонентов, не требует сложной настройки	Сложная установка, требует профессионалов для монтажа и настройки
Масштабируемость	Ограниченная, сложность с добавлением новых элементов	Высокая, легко добавлять новые устройства и функциональность
Надежность и отказоустойчивость	Высокая, отказ одного прибора не нарушает работу всей системы	Зависимость от ПЛК и единой точки отказа (нужна резервированность)
Обслуживание	Простое обслуживание, не требует специализированных знаний	Требуется квалифицированный персонал для обслуживания ПЛК и SCADA
Гибкость управления	Ограниченная, требует вмешательства в работу отдельных приборов	Высокая, централизованное управление всеми процессами через ПЛК и SCADA
Мониторинг и диагностика	Ограничены возможностями локальных устройств, требуется проверка каждого устройства по отдельности	Полный мониторинг через SCADA, анализ данных и диагностика в реальном времени
Возможность интеграции	Ограниченная интеграция с другими системами	Легкая интеграция с другими системами, включая удаленное управление
Риск ошибок и сбоев	Меньше рисков, так как каждый элемент автономен, но возможны ошибки при настройке устройств	Большие риски из-за централизованного подхода, сбой в ПЛК может остановить всю систему
Управление и мониторинг	Локальное управление и мониторинг, отсутствие единой точки контроля	Централизованное управление через SCADA, единая точка контроля

### Оценка стоимости систем

Проведена оценка стоимости исполнительных компонентов автоматизации для двух вариантов построения системы управления котельной установкой: распределенной на основе программируемого реле ОВЕН ПР200 и панели оператора СПК107, отраженной в таблице 2, а также централизованной на базе контроллера ОВЕН ПЛК110 и SCADA-системы – таблица 3.

Таблица 2. Анализ – состав оборудования распределенной системы

Наименование	Модель	Количество	Цена за ед., руб.	Общая сумма, руб.
Программируемое реле	ОВЕН ПР200-220.5.2.0	1	17 754,00	17 754,00
Панель оператора	ОВЕН СПК107	1	45 840,00	45 840,00
Модули расширения ввода/вывода	ОВЕН ПРМ-220	2	7 440,00	14 880,00

Таблица 3. Анализ – состав оборудования централизованной системы

Наименование	Модель	Количество	Цена за ед., руб.	Общая сумма, руб.
Программируемый логический контроллер	ОВЕН ПЛК110-220.30-ТЛ	1	47 508,00	47 508,00
SCADA-система	ОВЕН Телемеханика Лайт	1	22 000,00	22 000,00
Модуль расширения	ОВЕН МК210-312	2	15 780,00	31 560,00
Персональный компьютер		1	70 000,00	70 000,00

Проведенная оценка стоимости показала, что распределенная система управления на базе программируемого реле ОВЕН ПР200, панели оператора СПК107 обойдется в 78 474 рубля. Данный вариант отличается более низкой стоимостью и может быть целесообразен при необходимости автоматизации относительно небольшого количества параметров (до 30-40), где не требуется централизованного диспетчерского управления.

В то же время, централизованная система на базе контроллера ОВЕН ПЛК110, SCADA-системы ОВЕН Телемеханика Лайт и персонального компьютера имеет более широкие функциональные возможности, включая расширенное диспетчерское управление и мониторинг, однако её стоимость составляет 171 068 рублей, что более чем в два раза превышает стоимость распределенного варианта.

Таким образом, выбор между распределенной и централизованной системой должен основываться на требованиях к масштабируемости, функциональности, возможностям визуализации и мониторинга, а также на доступном бюджете. В нашем случае мы отдаем предпочтение более бюджетной распределенной системе, так как обе системы выполняют одинаковые функции на 30-40 параметрах.

### Заключение

Для автоматизации котельной установки с 30-40 параметрами оптимальным решением является распределенная система на базе локальных приборов. Она предлагает низкую стоимость, простоту установки и обслуживания, а также высокую надежность за счет автономности каждого компонента. В отличие от централизованной системы с ПЛК, которая требует больших затрат на оборудование, специалистов и программное обеспечение, распределенная система является более экономичной и эффективной для таких объектов.

### **Список использованной литературы**

1. Барашко О.Г., Кобринец В.П., Коровкина Н.П. Особенности построения и функционирования SCADA-системы для котельных установок // Энергосбережение - важнейшее условие инновационного развития АПК: материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 19-20 декабря 2019 г. – Минск : БГАТУ, 2019. – С. 199-201.
2. Автоматические системы управления при теплоснабжении котельных // Трибуна ученого. 2020. Вып. 01. [Электронные ресурсы]. – URL: [tribune-scientists.ru/articles/294](http://tribune-scientists.ru/articles/294) (дата обращения: 28.03.2025).
3. Система управления автоматизированной котельной на базе ПЛК Unitronics // Control Engineering Россия. [Электронные ресурсы]. – URL: [controleng.ru/otraslevye-resheniya/zhkh/plk-unitronics-v-sisteme-upravleniya-avtomatizirovannoj-kotel-noj-vozmozhnosti-i-perspektivy/](http://controleng.ru/otraslevye-resheniya/zhkh/plk-unitronics-v-sisteme-upravleniya-avtomatizirovannoj-kotel-noj-vozmozhnosti-i-perspektivy/) (дата обращения: 28.03.2025).