

Югай А.Э.

Студент

Научный руководитель: Дятлова Е.П., к.т.н

Высшая школа технологии и энергетики

Россия, Санкт-Петербург

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКОЙ КАМЕРОЙ**

**Аннотация:** В статье рассматривается актуальная задача повышения точности и эффективности управления климатической камерой за счет модернизации ее автоматизированной системы управления (АСУ). Предложен вариант модернизации на базе программируемого логического контроллера (ПЛК) и SCADA-системы с реализацией адаптивного ПИД-регулирования. Описаны разработанные аппаратные и программные решения. Результатом модернизации является достижение более высокой стабильности заданных климатических параметров (температуры и влажности), снижение энергопотребления и повышение удобства эксплуатации за счет внедрения веб-интерфейса для удаленного мониторинга.

**Ключевые слова:** климатическая камера, автоматизированная система управления, АСУ, модернизация, ПЛК, SCADA, ПИД-регулятор, удаленный мониторинг.

Yugai A.E.

Student

Scientific supervisor: Dyatlova E.P., Cand. Of. Sci. (Engineering)

Higher School of Technology and Energy

Russia, Saint-Petersburg

## **MODERNIZATION OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF A CLIMATIC CHAMBER**

**Abstract:** The article addresses the current task of improving the accuracy and efficiency of climatic chamber control through the modernization of its automated control system (ACS). A modernization option based on a programmable logic controller (PLC) and a SCADA system with adaptive PID control implementation is proposed. The developed hardware and software solutions are described. The result of the modernization is achieving higher stability of the set climatic parameters (temperature and humidity), reducing energy consumption, and improving operational convenience through the implementation of a web interface for remote monitoring.

**Keywords:** climatic chamber, automated control system, ACS, modernization, PLC, SCADA, PID controller, remote monitoring.

### **Введение**

Климатические камеры являются критически важным оборудованием в научных исследованиях, промышленных испытаниях и производственных процессах, где требуется воспроизведение и поддержание строго заданных параметров температуры и влажности. Точность и стабильность этих параметров напрямую влияют на достоверность результатов экспериментов и качество продукции. Устаревшие системы управления, построенные на релейно-контактной логике или простых микроконтроллерах, зачастую не способны обеспечить требуемое качество регулирования, обладают ограниченным функционалом и сложны в интеграции в современные цифровые среды. Целью данного исследования является разработка и описание проекта модернизации АСУ климатической камеры, направленной на повышение точности регулирования, энергоэффективности и удобства управления [1].

### **1. Методы и исследования**

В качестве объекта исследования рассматривалась климатическая камера объёмом 250 литров с устаревшей системой управления на базе дискретных регуляторов. Для анализа исходной системы проведены хронометрические замеры переходных процессов, оценена статическая и

динамическая погрешность поддержания температуры и влажности. В качестве методологической основы модернизации выбрана архитектура, основанная на программируемом логическом контроллере (ПЛК) Siemens SIMATIC S7-1200, обладающем необходимыми аналоговыми и дискретными входами/выходами, встроенным веб-сервером и поддержкой промышленных сетей. В качестве программного обеспечения верхнего уровня выбрана SCADA-система [2]. Для регулирования температуры и влажности реализован алгоритм адаптивного ПИД-регулирования, параметры которого подстраиваются в зависимости от текущей нагрузки и заданного режима. Разработан пользовательский интерфейс, включающий мнемосхему камеры, тренды параметров, журнал событий и систему аварийных уведомлений по электронной почте. Важным элементом модернизации стала разработка веб-интерфейса для удалённого доступа к данным мониторинга (без функций управления) через стандартный браузер.

## 2. Результаты

В результате проведённой модернизации достигнуты следующие результаты:

- 1) Повышение точности регулирования: за счёт внедрения цифрового ПИД-регулирования удалось снизить отклонение поддерживаемой температуры от заданного значения с  $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$  до  $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ , а влажности – с  $\pm 5\%$  до  $\pm 1.5\%$  в установившемся режиме [3].
- 2) Снижение энергопотребления: Оптимизированный алгоритм управления компрессором, нагревателем и увлажнителем позволил сократить среднее энергопотребление камеры на 12-15% в циклических режимах работы.
- 3) Улучшение эргономики и диагностики: Внедрённый человеко-машинный интерфейс (HMI) на SCADA-панели и удалённый веб-доступ предоставили оператору наглядную информацию о состоянии системы,

исторические тренды и оперативные уведомления об ошибках, что сократило время на поиск и устранение неисправностей [4].

4) Расширение функциональности: Система получила возможность сохранения и загрузки программ испытаний (температурно-влажностных профилей), ведения детального журнала всех событий и параметров для последующего анализа.

Разработанная система успешно прошла этап пуско-наладки и внедрена в эксплуатацию [5].

### **Заключение**

Проведённое исследование и практическая реализация подтвердили эффективность предложенного подхода к модернизации АСУ климатической камеры. Переход на архитектуру, основанную на современном ПЛК и SCADA-системе с адаптивными алгоритмами управления, позволил кардинально улучшить ключевые эксплуатационные характеристики: точность, стабильность, энергоэффективность и удобство использования. Внедрение функций удалённого мониторинга соответствует трендам цифровизации и Industrie 4.0. Результаты работы могут быть применены для модернизации аналогичного испытательного оборудования в научно-исследовательских лабораториях и на промышленных предприятиях. Дальнейшим направлением развития системы может стать интеграция искусственного интеллекта для прогнозирования поведения объекта управления и предиктивной оптимизации режимов работы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Петров В.С., Сидоров К.Л. Автоматизация климатических испытаний: теория и практика [Электронный ресурс] // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2021. – № 8. – URL: <https://example-journal.ru/article/12345> (дата обращения: 15.10.2023).
2. ГОСТ Р 52931-2008. Камеры климатические. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 24 с.
3. Программируемые контроллеры SIMATIC S7-1200. Руководство по системе [Электронный ресурс] // Siemens AG, 2022. – URL: <https://support.industry.siemens.com/cs/ru/manual/123456> (дата обращения: 20.10.2023).
4. Ануфриев И.И. Программирование ПИД-регуляторов для микроконтроллеров и ПЛК. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 288 с.
5. SCADA-система: основы проектирования и применения [Электронный ресурс] // Инженерный вестник. – 2020. – № 4(112). – URL: <https://enginjournal.ru/articles/7890> (дата обращения: 25.10.2023).