

## ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СТЕНДА

А.А. КАЛИНИН<sup>1</sup>, О.В. ШЕЛИХОВСКАЯ<sup>2</sup>, К.Б. МУХАМЕДИЯ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Карагандинский государственный технический университет

<sup>2</sup>Карагандинский высший политехнический колледж

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос реализации системы диспетчерского управления стендом для экспериментального изучения электротехнологического комплекса для автономного теплоснабжения. Описаны требования как к реализуемым функциям управления электромеханическим оборудованием стенда, так и к функциям исследования. Поставлен ряд условий к пользовательскому программному интерфейсу, который должен быть реализован в графических нотациях мнемонических технологических схем. В результате создана система с использованием современных информационных технологий и обеспечивающая визуализацию измеряемых параметров в реальном времени, их накопление в базе данных, предварительную обработку в заданных масштабах измерения и выдачу соответствующих аналитических отчетов.

*Ключевые слова:* система, управление, функционал, исследование, автономное теплоснабжение, программный интерфейс, мнемосхема.

В Карагандинском государственном техническом университете разработана конструктивная и технологическая схема электротехнологического комплекса для автономного теплоснабжения (ЭКАТ). На учебно-производственной базе вуза создан исследовательский стенд для изучения энергетических характеристик ЭКАТ [1]. Его функциональная схема приведена на рисунке 1. Стенд содержит автоматизированную систему научных исследований для выявления закономерностей преобразования электрической энергии в механическую, с последующим преобразованием в тепловую [2]. В процессе экспериментальных исследований была поставлена задача по оценке влияния частотно-регулируемого электропривода насосного агрегата на эксплуатационные характеристики гидродинамического нагревателя (ГДН), а также по определению энергозатрат ЭКАТ на получение тепловой энергии, достаточной для комфортного автономного теплоснабжения и горячего водоснабжения жилых и офисных помещений.

Конструктивные узлы стенда предназначены для обеспечения циркуляции рабочей жидкости (воды) в замкнутом теплогенерирующем контуре. При этом, в трубном реакторе ГДН [3] при вихревом движении жидкости создается эффект кавитации. В результате происходит выделение внутренней энергии из рабочей жидкости в виде тепла.

Стенд ЭКАТ оснащен измерительными вставками для цифрового измерения температуры, давления и расхода рабочей жидкости. Система диспетчерского управления (СДУ) является частью информационно-измерительной системы ЭКАТ (рисунок 1).

Полная функциональность СДУ ЭКАТ складывается из двух классов функций [2]:

- 1) функций управления электромеханическим оборудованием ЭКАТ, участвующим в реализации планов экспериментов посредством установки требуемых режимов работы;
- 2) функций исследования: планирования, ведения, обработки и представления экспериментов.

Функции управления реализованы в режиме ручного и автоматического управления объектами ЭКАТ.

Условные обозначения:

ПЧ – преобразователь частоты; ЭД – электродвигатель;

ЦН – циркуляционный насос;

ГДН – гидродинамический нагреватель с реактором трубного типа;

СДУ – система диспетчерского управления и сбора данных.

Класс функций управления представлен следующими экземплярами [2]:

- режим управления: ручной/автоматический;
- циркуляционный насос: включить/отключить, регулировать давление;
- вентилятор: включить/отключить;
- подпиточный насос: включить/отключить;
- контроль и сигнализация: давление на входе ГДН, длительность эксперимента, аварийное отключение.

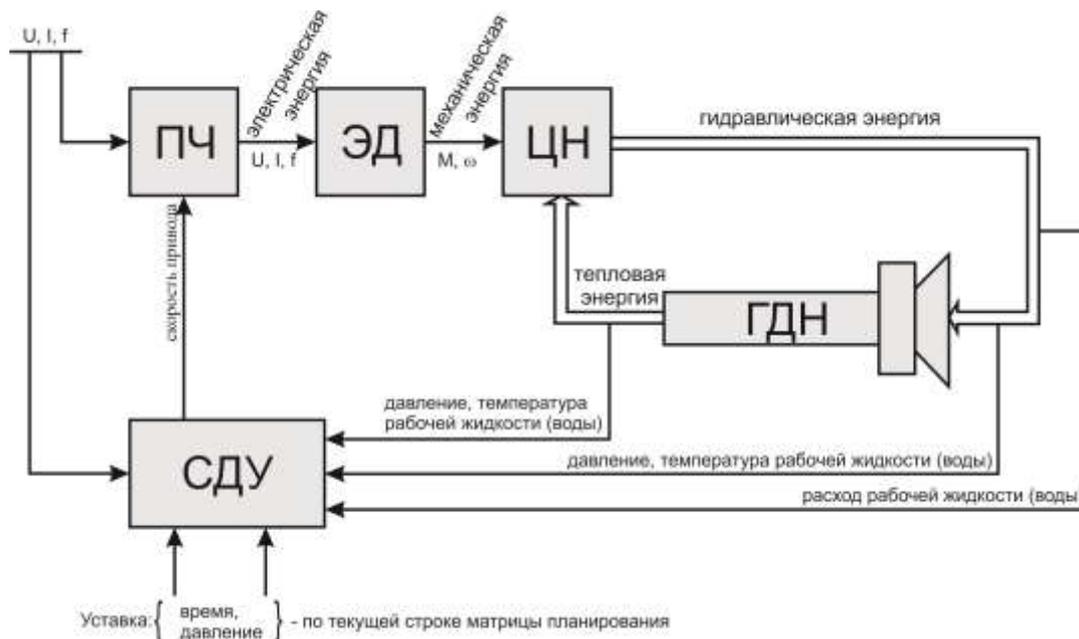


Рис.1. Функциональная схема стенда для экспериментального изучения электротехнологического комплекса автономного теплоснабжения

Класс функций исследования представлен следующими экземплярами функций [2]:

- режим работы оборудования: Аккумуляция тепла/Тепловая нагрузка;
- выбор исходных данных, согласно матрицы планирования экспериментов;
- архивация собранных данных в реальном времени;
- тренды регистрируемых процессов;
- первичная обработка результатов экспериментов;
- генерация отчетов.

Пользователями системы СДУ ЭКАТ являются инженеры-исследователи, обеспечивающие в среде системы реализацию заданного плана экспериментов и получение отчетов в форме составных документов. Составные документы должны включать результаты обработки измеренных данных в табличной и графической формах, а также математические модели, адекватно отражающие энергетические характеристики изучаемых теплогенераторов [3].

К пользовательскому программному интерфейсу, который должен быть реализован в графических нотациях мнемонических технологических схем, предъявлены следующие требования [3]:

- мнемоническая технологическая схема должна отображать все объекты реальной технологической схемы ЭКАТ с привлечением объемной графики;

– мнемонические объекты управляемой запорной арматуры на мнемосхеме должны быть оснащены средствами анимации режима работы (открытие, закрытие, установившееся состояние);

– движение и статическое состояние рабочей жидкости должно отображаться на участках трубопроводов анимационными средствами при включенном и отключенном состояниях циркуляционного насоса;

– включенное и отключенное состояния циркуляционного и подпиточного насосов, а также вентилятора воздушно-отопительного агрегата должно отображаться анимационными средствами;

– автоматическая реакция на возникновение аварийных ситуаций (превышение допустимого значения давления и температуры) должна происходить с отключением циркуляционного насоса, подачей звукового сигнала и с выводом на экран монитора предупреждающего сообщения;

– мнемонический пульт управления на экране монитора должен быть оснащен кнопками управления оборудованием системы, выбором режима работы и генерацией отчетов.

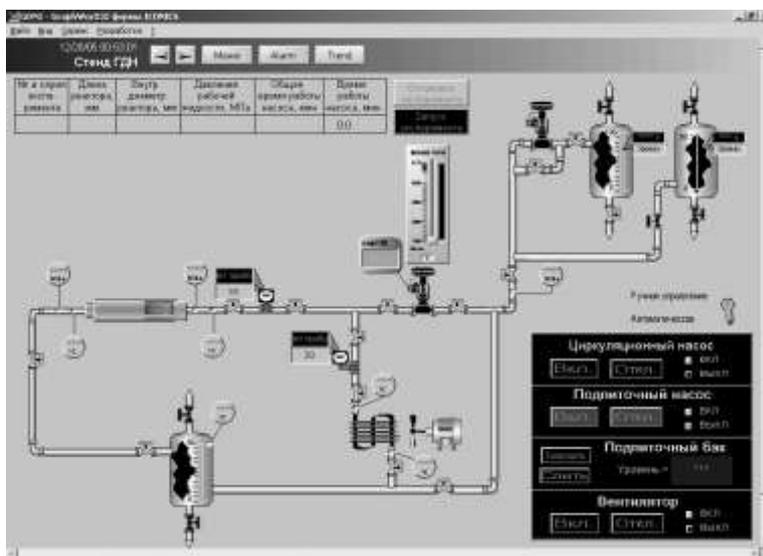


Рис.2. Главная мнемосхема СДУ ЭКАТ

В построении СДУ ЭКАТ использовалась одна из эффективных SCADA-программ широкого применения - GENESIS32, разработанная фирмой ICONICS [4]. SCADA-программа GENESIS32 является комплексом клиентских и серверных приложений, основанных на технологии OPC. Она предназначена для разработки прикладного программного обеспечения визуализации контролируемых параметров, сбора данных и оперативного диспетчерского управления в автоматизированных системах управления технологическими процессами. В состав GENESIS32 также входит среда разработки и исполнения сценарных процедур VBA, обеспечивающая возможность разработки части программного обеспечения средствами Microsoft VBA 6.0 [3], а также следующие клиентские приложения, соответствующие спецификации OPC: GraphWorX32; TrendWorX32; AlarmWorX32; DataWorX32.

Построение мнемосхемы в GraphWorX32 произведено в следующем порядке:

– определение числа и типов объектов функциональной схемы ЭКАТ, которые необходимо отобразить на мнемосхеме и разработка их символов;

– построение статики функциональной схемы;

ННБ VII, Санкт-Петербург, 16 – 18 мая 2019

- разработка структурной схемы управления;
- определение числа и типов локальных переменных в соответствии со структурной схемой управления;
- разработка алгоритма работы мнемосхемы;
- определение числа и типов псевдонимов;
- построение динамики мнемосхемы;
- построение конфигурации DataWorX32.

В результате в среде GENESIS32 создана мнемоническая схема, которая полностью отображает все объекты реальной технологической схемы стенда с привлечением объемной графики и отвечает предъявленным требованиям (рисунок 2).

Современные SCADA-программы реализуют основные функции сбора, передачи, визуализации и архивирования измеряемых и контролируемых данных, формирования команд в системе контроля и управления, а также аналитического анализа измеряемых процессов. Все это делает их привлекательными для использования в инженерном эксперименте. Особенностью выполненных исследований является созданная в КарГТУ автоматизированная система научных исследований для выявления закономерностей преобразования электрической энергии в механическую, с последующим преобразованием в тепловую, реализованная на современных средствах автоматизации с использованием SCADA-системы GENESIS32.

### Список литературы

1. Breido, J.; Kalinin, A. & Tomilova, N. "Field and simulation study of the hydrodynamic heater for fluid environments", 2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Chelyabinsk, Russia, 2016, pp. 1-4. doi: 10.1109/ICIEAM.2016.7911023;
2. Калинин А.А. Автоматизированная система научных исследований гидродинамических нагревателей. Труды международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» 10-11 апреля 2014 г. НИУ МЭИ, Москва – М.: Издательство МЭИ, 2014. - 604 с., С.359-362;
3. Брейдо И.В., Калинин А.А., Карасев Н.И. Параметрическая оптимизация элементов конструкции ГДН методами планирования эксперимента. Монография. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2016, 118с;
4. Долгова А. Работа со SCADA-системой GENESIS32 // Современные технологии автоматизации. – 2005. – №3. – с.88-93.

## ИНТЕГРАЦИЯ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРАВИЛ ЭКСПЕРТИЗЫ РЕЗУЛЬТАТОВ В СИСТЕМУ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

А.Ю. КЛИМЕНКО

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»  
им. В.И. Ульянова (Ленина)*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается применение экспертных систем, основанных на продукционных правилах, в составе программы контроля знаний. Такое использование повышает объективность выставления итоговых оценок студентам, благодаря тому, что учитываются не только результаты контрольных работ, но и прочая деятельность студента по конкретному предмету в семестре.

*Ключевые слова:* экспертная система, продукционные правила, система контроля знаний.

Интеллектуальная система – это программная система, которая предназначена для решения задач, которые считаются творческими и принадлежат конкретной предметной области. Такие системы чаще всего используются для решения задач, в которых логическая составляющая преобладает над вычислительной обработкой.