

УДК 681.515.8

UDC 681.515.8

**ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ
УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОМ
ОБЪЕКТОМ С ПОМОЩЬЮ
ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА**

**THE STUDY OF LAWS OF THERMAL OB-
JECT CONTROL USING
LABORATORY BENCH**

*А. Г. Поздняков, В.-Х. Аль-Тибби,
В. Г. Бегун, А. А. Адамян*

Донской государственной технической
университет, Ростов-на-Дону, Российская
Федерация

Pozdn2000@mail.ru

*A. G. Pozdnyakov, W.-H. Al-Tibbi,
V. G. Begun, A. A. Adamyan*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation

Pozdn2000@mail.ru

Рассмотрены некоторые принципы изучения основ управления и роли коэффициентов пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулятора. Исследования выполнены с помощью лабораторного стенда. В качестве объекта управления использован эмулятор печи. Приводятся графики переходных процессов, полученных при различных значениях коэффициентов ПИД-регулятора. Показана возможность решения задачи сравнения критериев качества регулирования математической модели (и определения корректности ее составления) с критериями качества регулирования реального теплового объекта.

Ключевые слова: стенд, ПИД-регулятор, тепловой объект.

The article discusses some principles of control learning and the role of the coefficients of proportional-integral-derivative (PID) controller. The studies are performed using the laboratory bench. Furnace emulator is used as a control object. The paper provides schedules of transition processes received at various values of coefficients of the PID-controller. It shows the possibility to solve the problem of comparison of quality criteria of a mathematical model regulation (and determine the correctness of its construction) with the criteria of quality control of the actual heat of the object.

Keywords: bench, PID-controller, thermal object.

Введение. Основной задачей технического вуза является подготовка высококвалифицированных кадров. Учебный процесс нацелен на освоение обучающимися современных теорий и приобретение практических навыков.

вооруженных современными знаниями и практическими навыками. Реализации таких целей способствует использование различного оборудования, в том числе лабораторных стендов, позволяющих укрепить и расширить знания, полученные при теоретическом изучении материала.

В Донском государственном техническом университете на кафедре «Автоматизация производственных процессов» силами сотрудников и студентов был разработан стенд для изучения принципов и законов управления тепловым объектом [1].

Основная часть. В качестве теплового объекта рассматриваемого стенда выступает эмулятор печи ЭП-10 фирмы «ОВЕН». Используются следующие средства управления:

- ПИД-регулятор ТРМ210,
- регулятор скорости вращения вентилятора в зависимости от температуры (ЭРВЕН),
- программируемый логический контроллер ПЛК 150.

На рис. 1 представлена электрическая схема соединений стенда.

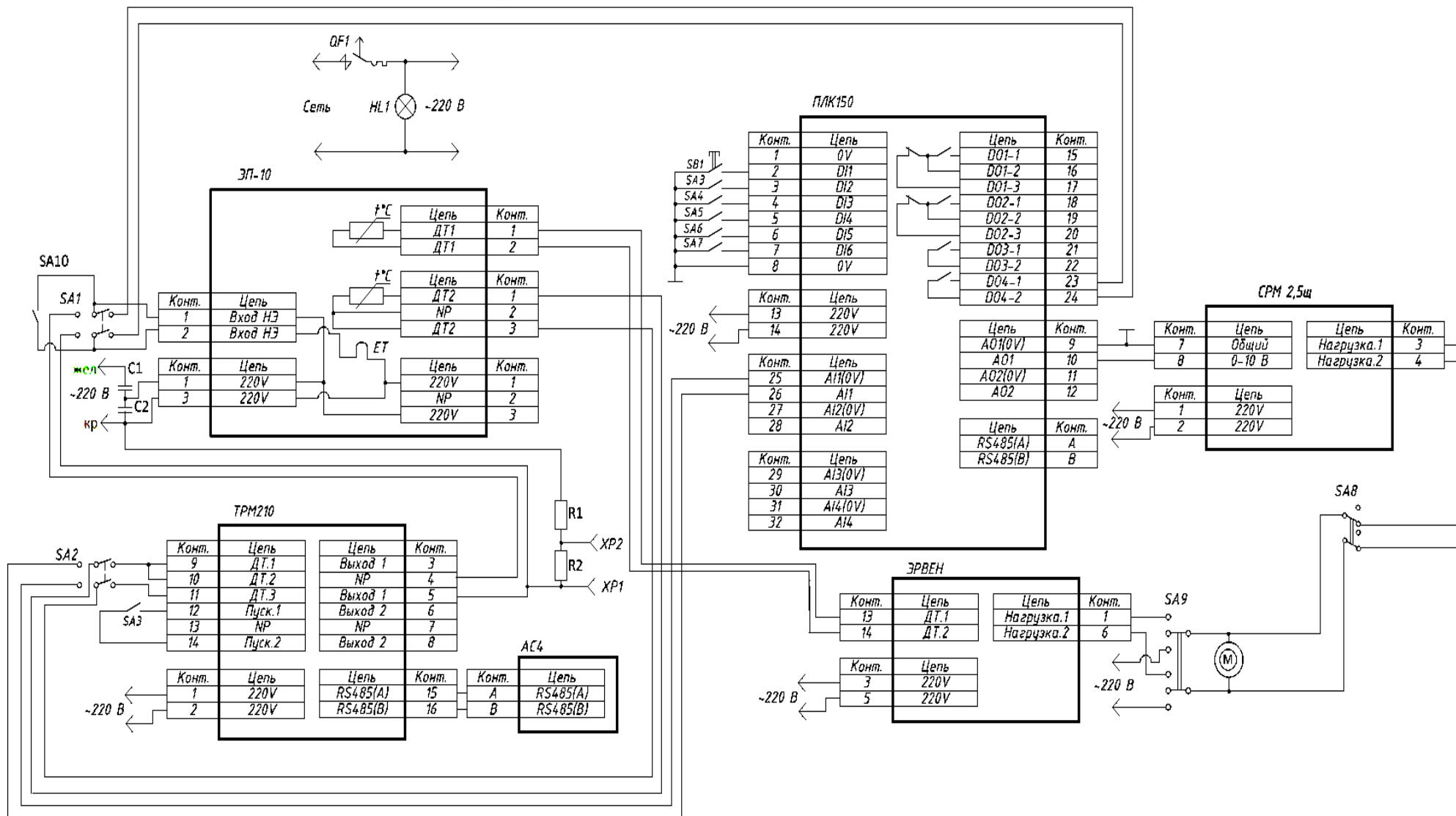


Рис. 1. Электрическая схема соединений стенда

В эмуляторе печи установлены два датчика температуры, один из которых (ТСМ 50М) может подключаться к ТРМ210 [2] или к аналоговому входу ПЛК, а второй (РТС) — к блоку управления вентилятором «ЭРВЕН». Управление скоростью вращения вентилятора возможно либо при помощи прибора «ЭРВЕН», либо с использованием аналогового выхода ПЛК (через симисторный регулятор мощности). Вентилятор в обоих случаях служит для создания возмущающего воздействия. Также возможна автономная работа прибора «ЭРВЕН» для изучения принципа его функционирования. Различные законы управления исследуются для случая автономной работы ТРМ210, либо программными методами при помощи ПЛК. В последнем случае возможно использование не только классического ПИД закона регулирования [3], но и, например, управления, основанного на использовании законов нечеткой логики (или любого другого закона, задаваемого программой, загруженной в ПЛК). Контроллер ПЛК150 подключается к персональному компьютеру (ПК) через преобразователь интерфейса АС4.

Поскольку контроллер стенда ПЛК150 подключен к ПК, возможна совместная работа ПЛК и установленного в ПК программно-аппаратного комплекса сбора данных и диспетчерского контроля (система SCADA, *Supervisory Control And Data Acquisition*). В качестве такой системы может использоваться, например, *Trace Mode*, в режиме резервирования или автономно. Можно предусмотреть возможность ручного управления скоростью вращения вентилятора при помощи графического интерфейса SCADA-системы, а также задавать необходимые коэффициенты для ПИД-регулятора (ТРМ210) и осуществлять управление нагревателем теплового объекта. На рис. 2 представлен внешний вид стенда.

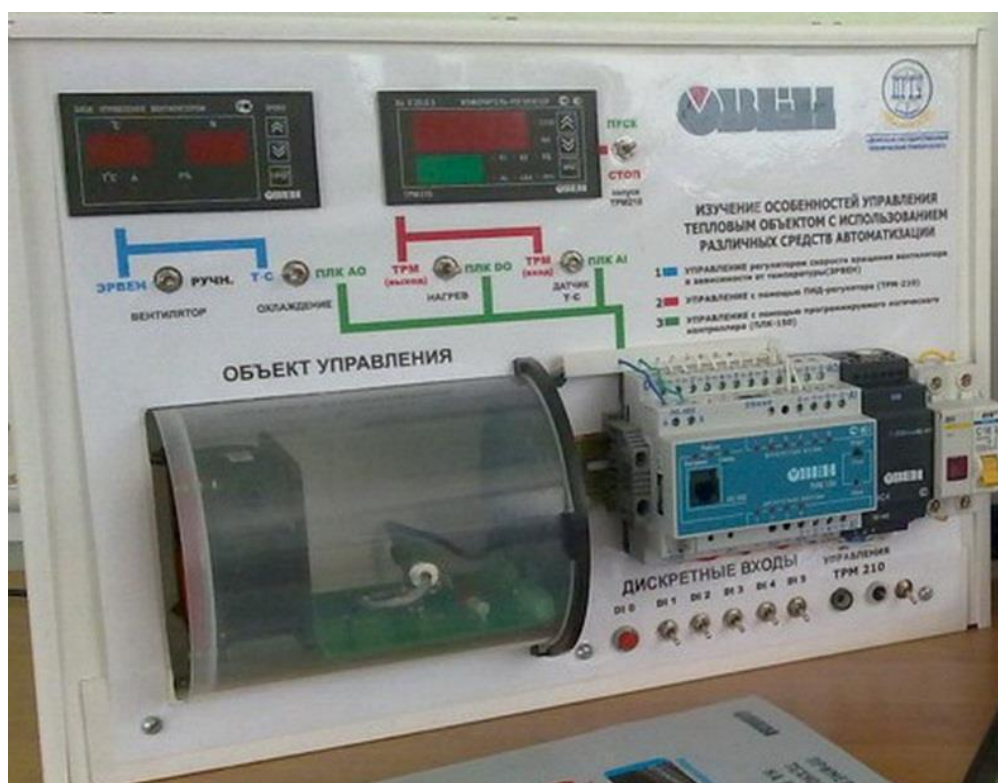


Рис. 2. Внешний вид стенда

При работе на предлагаемом стенде появляется возможность управления тепловым объектом как реальным физическим объектом. В процессе управления фиксируется график изменения действительной температуры теплового объекта с последующим определением таких критериев

качества регулирования, как величина перерегулирования, время регулирования, максимальная динамическая ошибка и т. д. [4]. На рис. 3, 4 и 5 приведены графики изменения температуры при использовании ПИД-регулятора с различными коэффициентами.

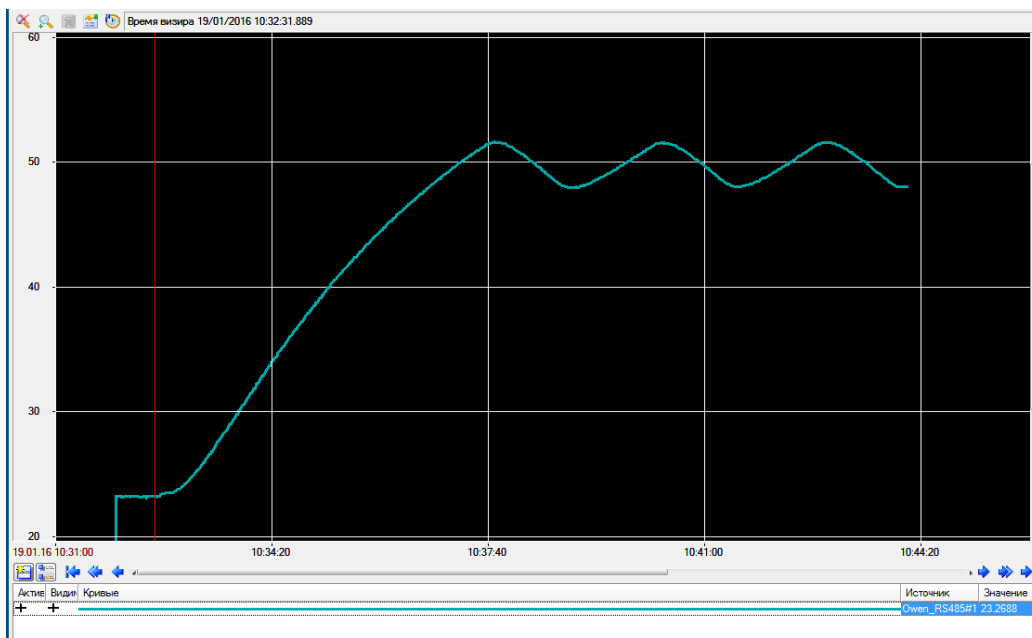


Рис. 3. График изменения температуры: коэффициент пропорциональности $K_P = 3,1$; постоянная интегрирования $K_I = 16$; постоянная дифференцирования $K_D = 17,5$

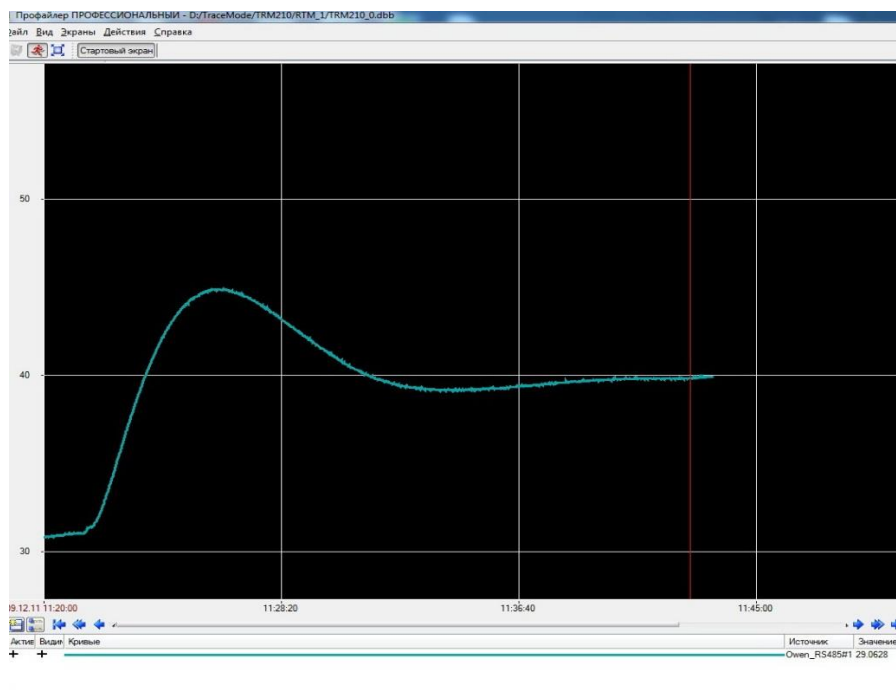


Рис. 4. График изменения температуры: коэффициент пропорциональности $K_P = 10,1$; постоянная интегрирования $K_I = 10$; постоянная дифференцирования $K_D = 15$

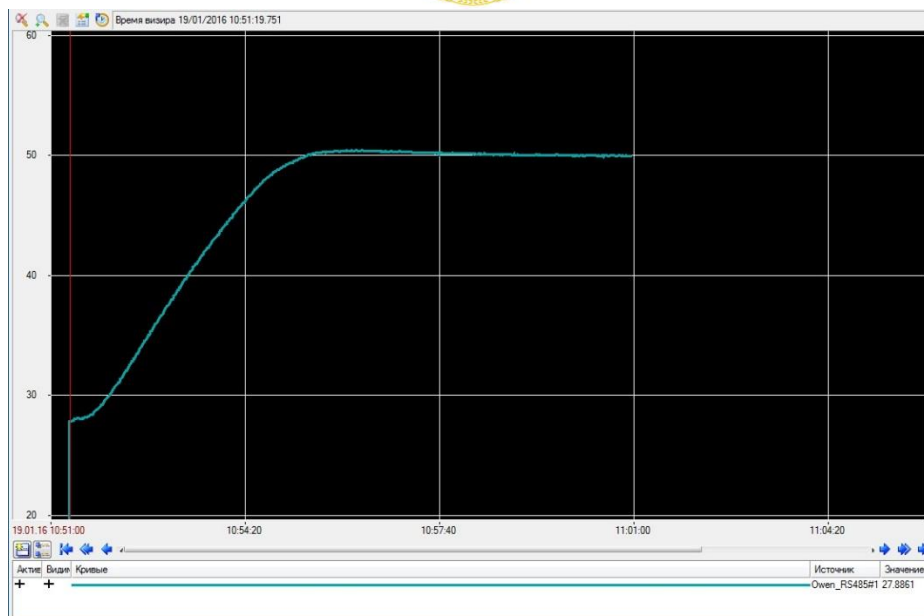


Рис. 5. График изменения температуры: коэффициент пропорциональности $K_P = 5$; постоянная интегрирования $K_I = 56$; постоянная дифференцирования $K_D = 2,5$

Заключение. В ходе исследования теплового объекта может быть поставлена задача сравнения критериев качества регулирования математической модели указанного объекта с критериями качества регулирования реального теплового объекта [5] и определения корректности составления математической модели. Решение такой задачи возможно при представлении теплового объекта в виде математической модели и реализации в программе моделирования *MATLAB* закона управления, подобного закону управления, используемому для реального теплового объекта. На математической модели теплового объекта можно также промоделировать настройки ПИД-регулятора с последующей проверкой на реальном тепловом объекте. Возможно проведение анализа различных методов нахождения ПИД-коэффициентов.

Библиографический список

1. Аль-Тибби, В.-Х. Изучение особенностей управления тепловым объектом с использованием различных средств управления / В.-Х. Аль-Тибби, А. Г. Поздняков, А. А. Адамян // Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований : мат-лы XI междунар. практ. конф. — Норт-Чарлстон : НИЦ «Академический», 2017. — С. 102–104.
2. ПИД-регуляторы [Электронный ресурс] / ОВЕН // ОВЕН. Оборудование для автоматизации. — Режим доступа: http://www.owen.ru/catalog/pid_regulyator_s_interfejsom_rs_485_owen_trm210 (дата обращения: 17.07.17).
3. Денисенко, В. В. ПИД-регуляторы: вопросы реализации / В. В. Денисенко. — СТА. Современные технологии автоматизации. — 2007. — № 4. — С. 86–97 ; 2008. — № 1. — С. 86–99.
4. Ротач, В. Я. Теория автоматического управления / В. Я. Ротач. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : МЭИ, 2008. — 396 с.
5. Васильев, А. Н. Matlab. Практический подход / А. Н. Васильев. — Санкт-Петербург : Наука и техника, 2015. — 448 с.