

НИУ МЭИ, кафедра ОФияС



Международная научно-методическая конференция  
«ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»  
ИНФОРИНО-2014

Автоматизированный дистанционный  
лабораторный комплекс  
«Молекулярная физика и термодинамика»

Авторы: П.П. Щербаков, С.П. Щербаков, А.Г. Агеев, С.Д. Федорович.

Адрес ресурса: <http://surface.mpei.ac.ru>

Контактная информация:

E-mail: FedorovichSD@mail.ru

# Состав лабораторного комплекса

## *Лабораторные установки:*

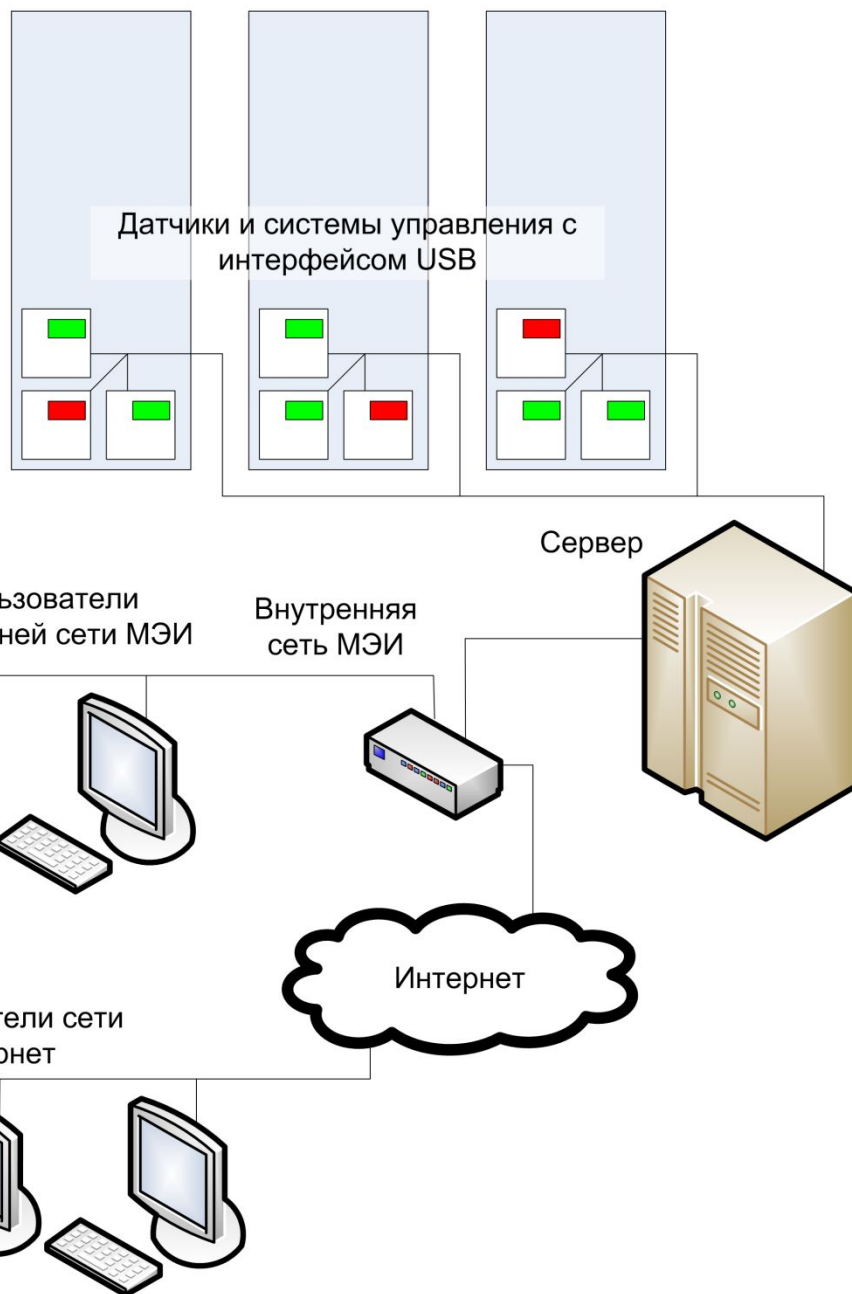
- «Определение теплопроводности воздуха методом нагретой нити»
- «Определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении методом протока»
- «Проверка температурной шкалы Кельвина» (Газовый термометр постоянного объема)

- Комплекты датчиков и реле
- Измерительные приборы: ТРМ200, ТРМ210 (“ОВЕН”) с интерфейсом RS-485, организованным по стандартному протоколу ОВЕН
- Преобразователь интерфейса (адаптер АС-4)
- Компьютер (сервер) HP Proliant ML110 G6 (506667-421)
- Программное обеспечение

# Внешний вид измерителей-регуляторов ТРМ-200 и ТРМ-210 «ОВЕН»



## Лабораторные установки



## Схема удаленного доступа. Состав программного обеспечения

- Сервер построен на базе ОС Windows с дополнительным пакетом программ для Web приложений (LMS Moodle, Apache, MySQL)
- Программа сбора данных и управления лабораторными установками, выполненная в среде LabVIEW интегрированной в LMS Moodle. Программное обеспечение включает в себя:
  - Краткий теоретический курс
  - Учет и оценку уровня подготовки к выполнению лабораторных работ
  - Моделирование лабораторных работ
  - Интерфейсы управления установками и снятия данных
- Отображение экспериментальных данных и результатов их обработки в виде таблиц и графиков



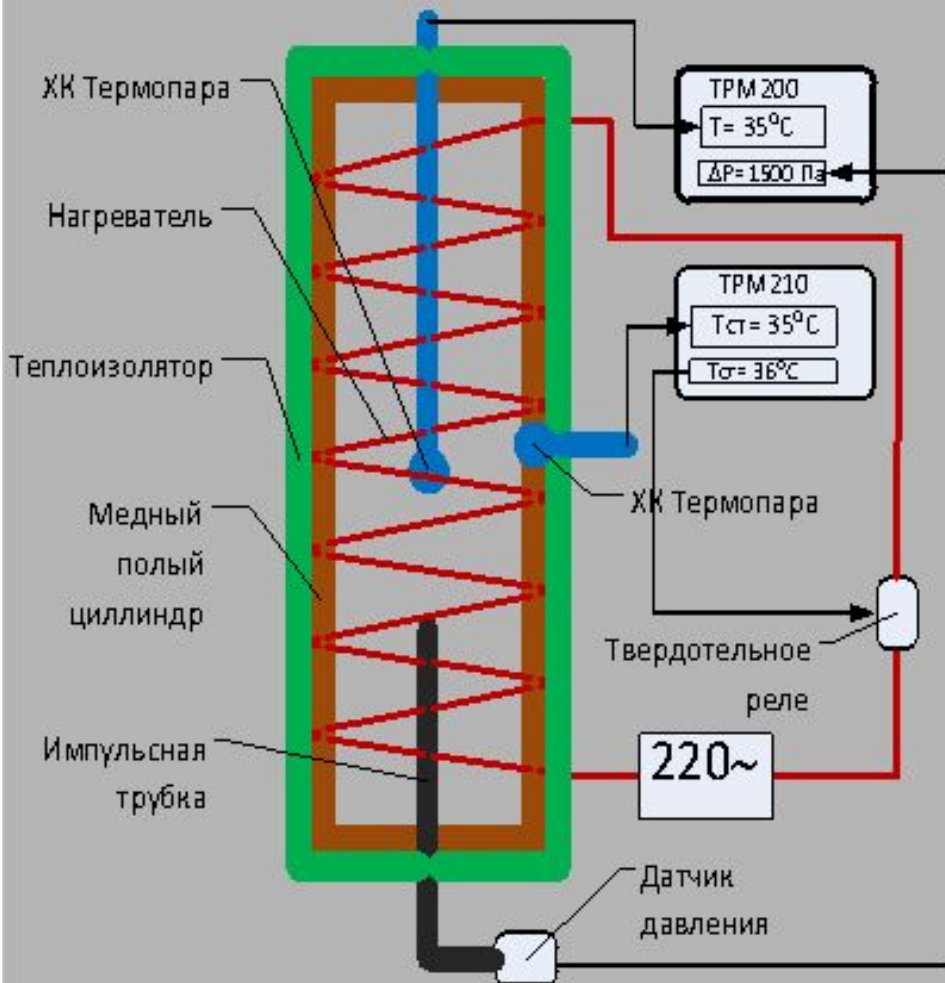
# Внешний вид экспериментальных стендов



# Интерфейс управления установкой «Газовый термометр постоянного объёма»

Эксперимент

Анализ данных



Результаты эксперимента

$P_H$  100000

$T_{\text{ст}}$  46,043

$T_{\text{в}} (\text{Cel})$  45,67

$DP (\text{Pa})$  7,04

$DP_{\text{уст}}$  7,04

DP	T
4259,033	38,031
4254,395	38,022
7035,645	45,814
7035,645	45,814



Внести показания приборов в таблицу результатов

# Интерфейс управления установкой «Определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении методом протока»

The screenshot shows a software interface for controlling an experimental setup. The window title is "CP\_DS.vi". The menu bar includes File, Edit, View, Project, Operate, Tools, Window, and Help. Below the menu bar are control buttons for running, pausing, and stopping the experiment.

The interface is divided into three tabs: "Эксперимент" (Experiment), "Результаты эксперимента" (Experiment Results), and "Погрешности приборов" (Instrument Errors). The "Эксперимент" tab is active, displaying the following parameters:

$P_n$ (Па)	100000	$\rho$ (кг/м <sup>3</sup> )	1,2
$t_1$ (C)	20,05	$t_2$ (C)	23,28
$U_n$ (В)	2,649	$I_n$ (А)	0,2146
$G$ (м <sup>3</sup> /с)	7,29E-5		

Below the parameters are two sliders: "Регулятор напряжения" (Voltage Regulator) and "Регулятор расхода" (Flow Regulator). The voltage regulator is set to approximately 25%, and the flow regulator is set to approximately 100%.

The central part of the interface displays the formula for specific heat capacity at constant pressure:

$$C = \frac{\delta Q}{dT}$$

At the bottom, there is a button labeled "Внести показания приборов в таблицу результатов" (Enter instrument readings into the results table).

On the right side, there is a schematic diagram of the experimental setup. The components are labeled as follows:

- Компрессор (Compressor)
- Расходомер G (Flowmeter G)
- Направление движения воздуха (Air flow direction)
- $t_1$  (Temperature sensor at inlet)
- Нагреватель (Heater)
- Термостатирующая оболочка (Thermostating jacket)
- $t_2$  (Temperature sensor at outlet)

The diagram shows a vertical tube with a compressor at the top, a flowmeter, and a heater section surrounded by a thermostating jacket. Temperature sensors  $t_1$  and  $t_2$  are located before and after the heater, respectively. Arrows indicate the downward flow of air.



# Интерфейс управления установкой «Определение теплопроводности воздуха методом нагретой нити»

Эксперимент    Результаты эксперимента    Погрешности приборов


### Данные установки

$L_n$ (м)	$D_n$ (м)	$D_{o.вн}$ (м)	$R_{н30}$ (Ом)КТВ	
0,37	5,5E-5	3,5E-3	2,8	0,004

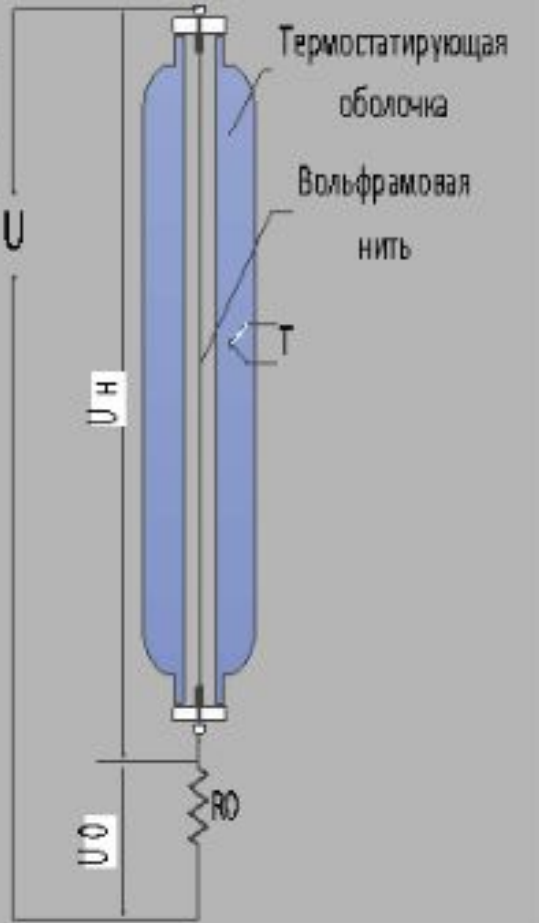
  

$U_n$ (В)	$I_n$ (А)	$t$ (С)
5,727	1,087	21,36

Регулятор напряжения на нити

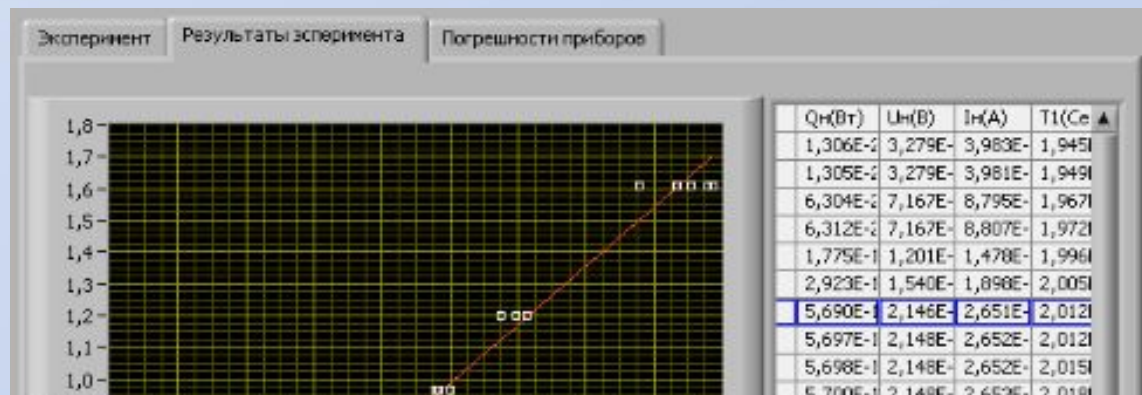
  
$$\chi(T_n) = \frac{\ln(r_1/r_2)}{2\pi L} \cdot \frac{dP}{dT_n}$$

Внести показания приборов в таблицу результатов

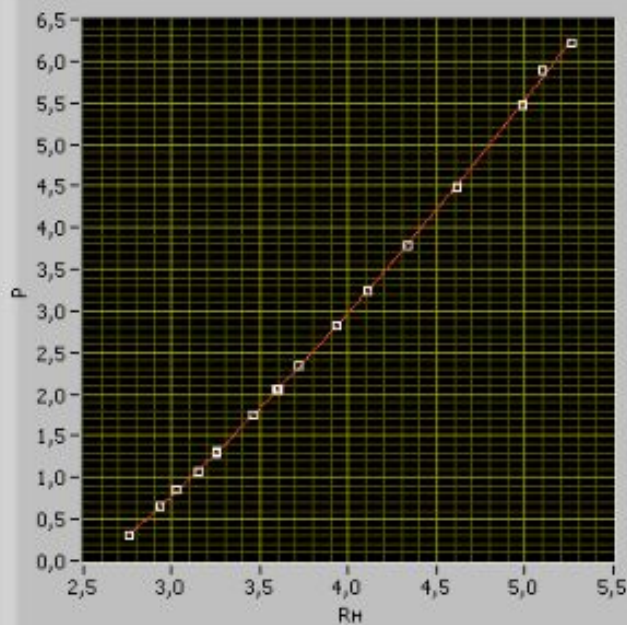




# Экспериментальные данные и результатов их обработки



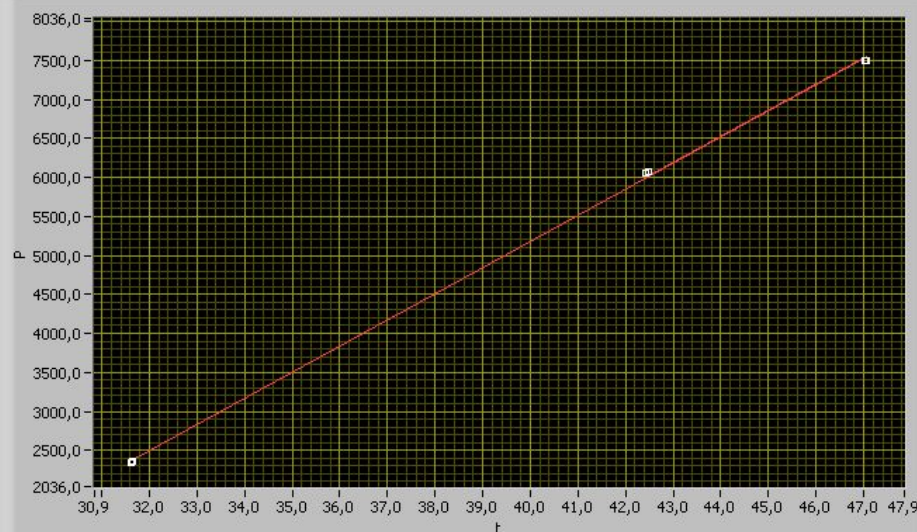
Эксперимент    Результаты эксперимента    Погрешности приборов



Uh(В)	Ih(А)	Rh(Ом)	Ph(Вт)	tct(С)	th(С)
0,925	0,336	2,756	0,310	21,090	16,871
1,394	0,475	2,936	0,662	21,080	34,233
1,599	0,528	3,028	0,844	21,108	43,160

1,834	0,582
2,058	0,633
2,057	0,633
2,468	0,713
2,727	0,757
2,716	0,755
2,947	0,792
3,338	0,848
3,643	0,887
4,058	0,936
4,556	0,987
5,222	1,048
5,223	1,047
5,483	1,075
5,724	1,088

Эксперимент    Анализ данных



Po\*Alpha 335,243    Alpha 0,00335243

# Веб-интерфейс системы доступа

### Навигация

- В начало
  - Моя домашняя страница
  - Страницы сайта
  - Мой профиль
  - Мои курсы
    - термодинамика**
      - Участники
      - Основные ссылки:
      - Лабораторная работа 1
      - Лабораторная работа 2

### Настройки

- Управление курсом
  - Исключить из термодинамика
  - Оценки
- Настройки моего профиля

### Заголовки тем

Ваши достижения ?

**Основные ссылки:**

- Краткая инструкция по работе с Moodle
- Учебное пособие "Работа в системе дистанционного обучения Moodle."
- Необходимый модуль Labview

**1**

#### Лабораторная работа 1

Проверка температурной шкалы Кельвина (Газовый термометр постоянного объёма)

**Введение**

- Газовый термометр, тест  
Не доступно, пока элемент **Введение** не отмечен завершённым.
- Компьютерная модель лабораторной работы  
Не доступно, пока Вы не получите необходимую оценку в **Газовый термометр, тест**.
- Газовый термометр, дистанционная лабораторная работа  
Не доступно, пока элемент **Компьютерная модель лабораторной работы** не отмечен завершённым.

**2**

### Комментарии

Админ Админов - 23 июн 14:38  
локальный твиттер :)

Сохранить комментарий | Отмена

В начало ► Мои курсы ► термодинамика ► Лабораторная работа 1 ► Газовый термометр, тест

### Навигация по тесту

1 2 3

Закончить попытку...

Оставшееся время **0:00:58**

**3** От чего зависит величина температурного коэффициента расширения идеального газа?

Баллов: 1

Выберите один ответ.

- 1. Физические свойства газа (плотность, внутреннее трение)
- 2. Параметры состояния газа ( $p, V, T$ )
- 3. Эта величина независима для всех идеальных газов

# Системные требования для ПК пользователей дистанционного комплекса:

- Процессор Intel/AMD с частотой 1GHz или выше;
- Оперативная память 512Мб или больше;
- Наличие мыши или иного указывающего устройства;
- Разрешение экрана не ниже 1024x768;
- ОС Windows XP или выше;
- Браузер Microsoft Internet Explorer версии 8 или выше;
- ActiveX-компонент библиотеки LabView  
(распространяется National Instruments бесплатно)



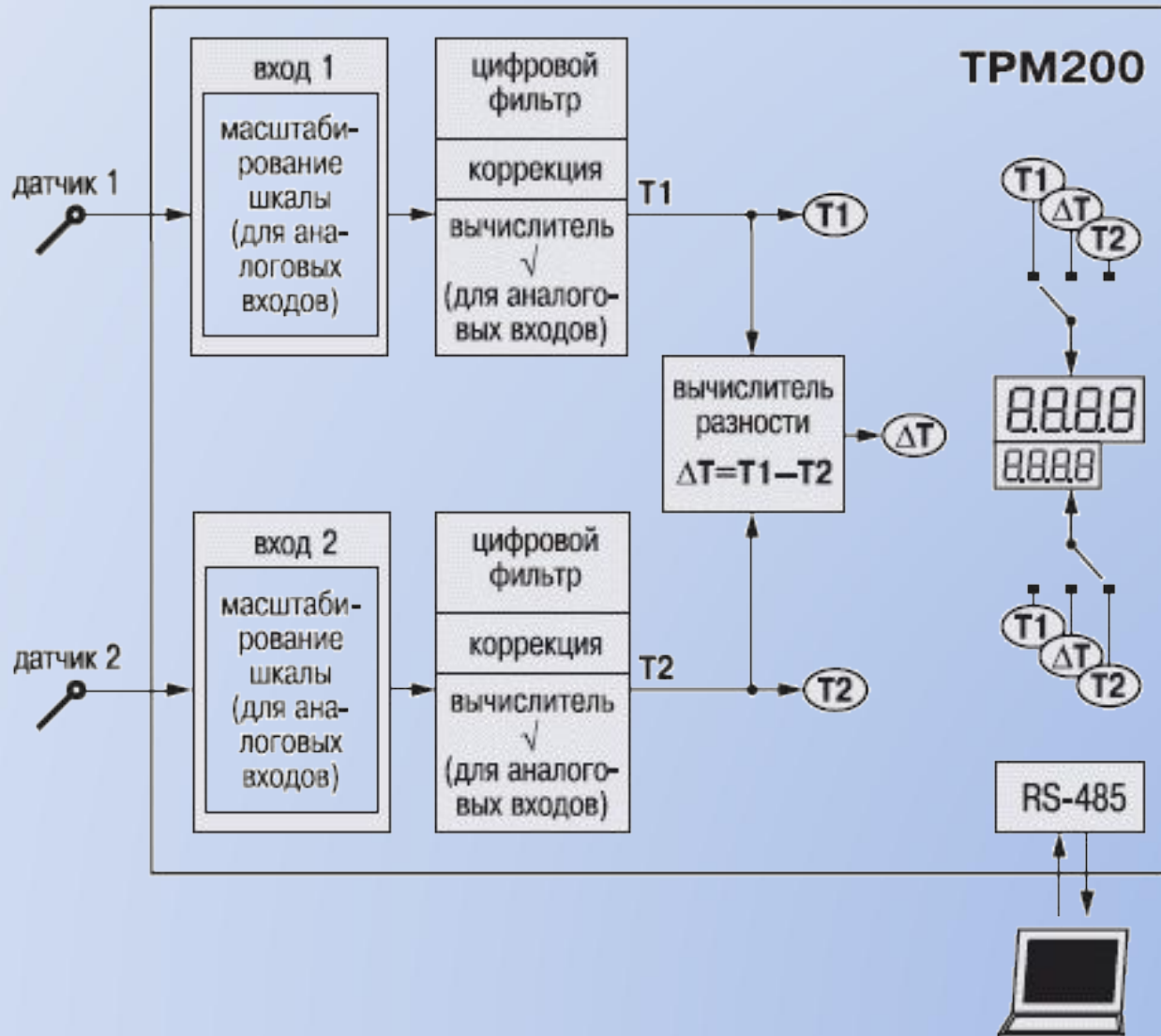
# Информатизация учебного процесса кафедры





**Спасибо за внимание**

# Функциональная схема двухканального измерителя ТРМ 200 фирмы «ОВЕН»



# Функциональная схема ПИД-регулятора ОВЕН ТРМ-210

