

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:*

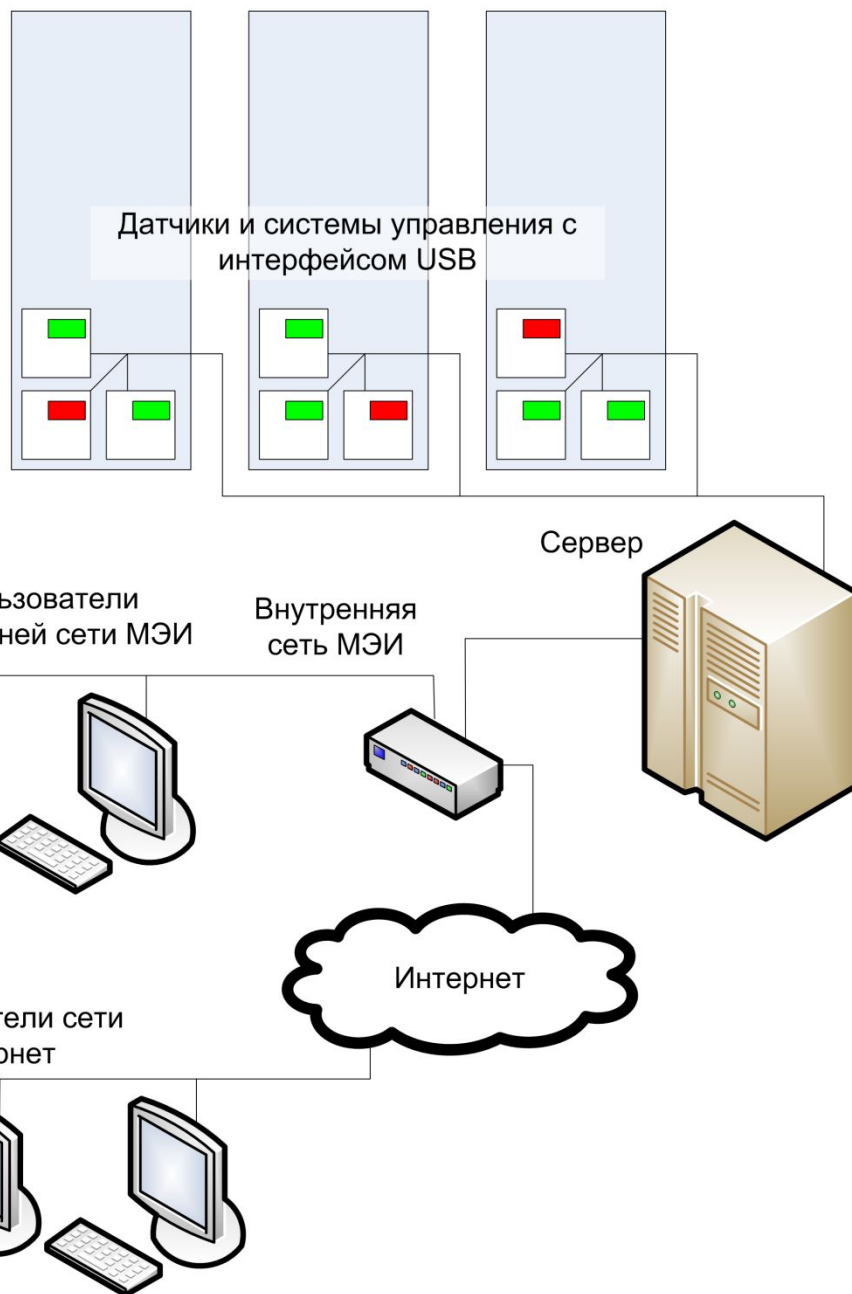
- «Определение теплопроводности воздуха методом нагретой нити»
- «Определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении методом протока»
- «Проверка температурной шкалы Кельвина» (Газовый термометр постоянного объема)

- 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

ХК Термопара  
Нагреватель  
Теплоизолятор  
Медный полый цилиндр  
Импульсная трубка

ХК Термопара

Твердотельное реле

220~

Датчик давления

TPM 200  
 $T = 35^{\circ}\text{C}$   
 $\Delta P = 1900 \text{ Па}$

TPM 210  
 $T_{ст} = 35^{\circ}\text{C}$   
 $T_{ср} = 36^{\circ}\text{C}$

Рн

Tст

Tв (Cel)

DP (Pa)

DPуст

Нагрев

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Результаты эксперимента

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»

CP\_DS.vi

File Edit View Project Operate Tools Window Help

Эксперимент Результаты эксперимента Погрешности приборов

Рн (Па) 100000 ρ (кг/м<sup>3</sup>) 1,2

t1 (C)	t2 (C)	Un (В)	In (А)	G (м <sup>3</sup> /с)
20,05	23,28	2,649	0,2146	7,29E-5

Регулятор напряжения

Регулятор расхода

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

Внести показания приборов в таблицу результатов

Компрессор

Расходомер G

Направление движения воздуха

t1

Нагреватель

Термостатирующая оболочка

t2

# 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

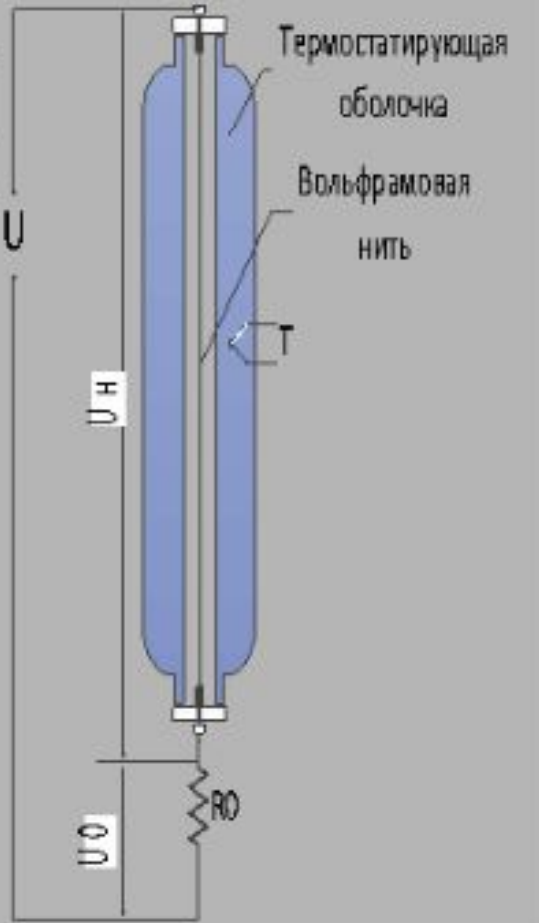
  

$U_n$ (В)	$I_n$ (А)	$t$ (С)
5,727	1,087	21,36

Регулятор напряжения на нити

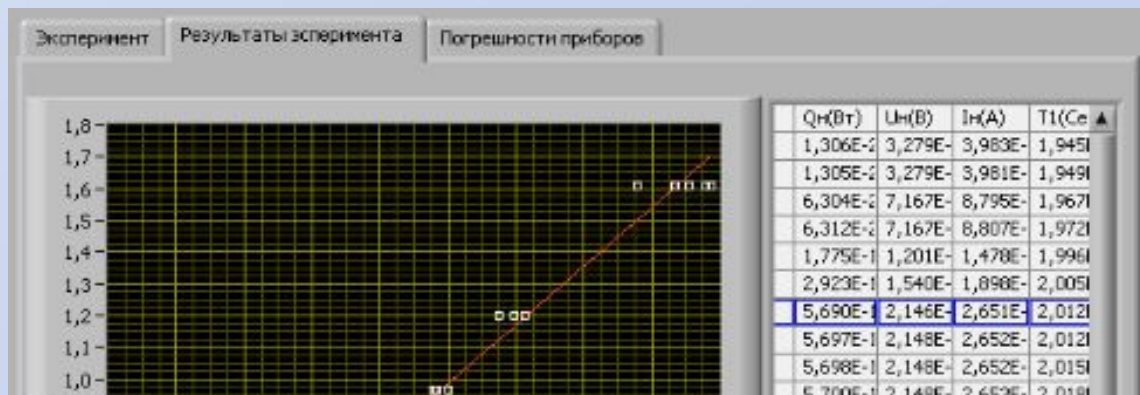
  
$$\chi(T_n) = \frac{\ln(r_1/r_2)}{2\pi L} \cdot \frac{dP}{dT_n}$$

Внести показания приборов в таблицу результатов

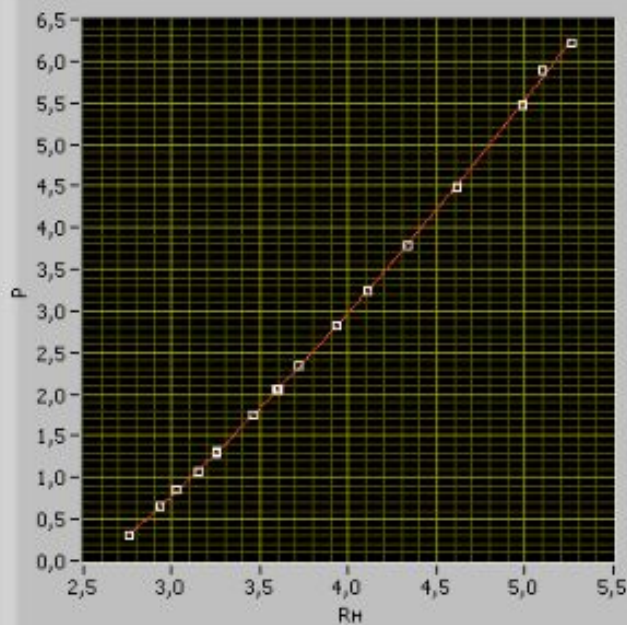




# Экспериментальные данные и результатов их обработки



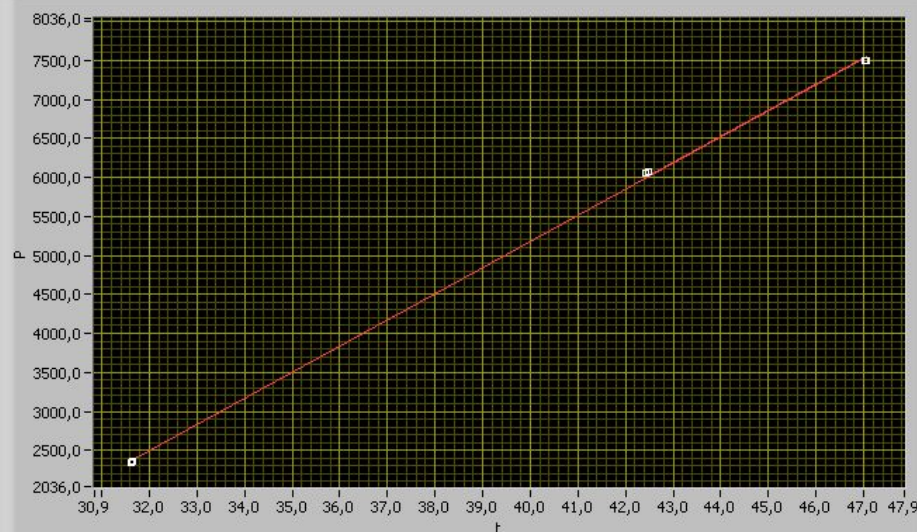
Эксперимент    Результаты эксперимента    Погрешности приборов



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

Далее

# Системные требования для ПК пользователей дистанционного комплекса:

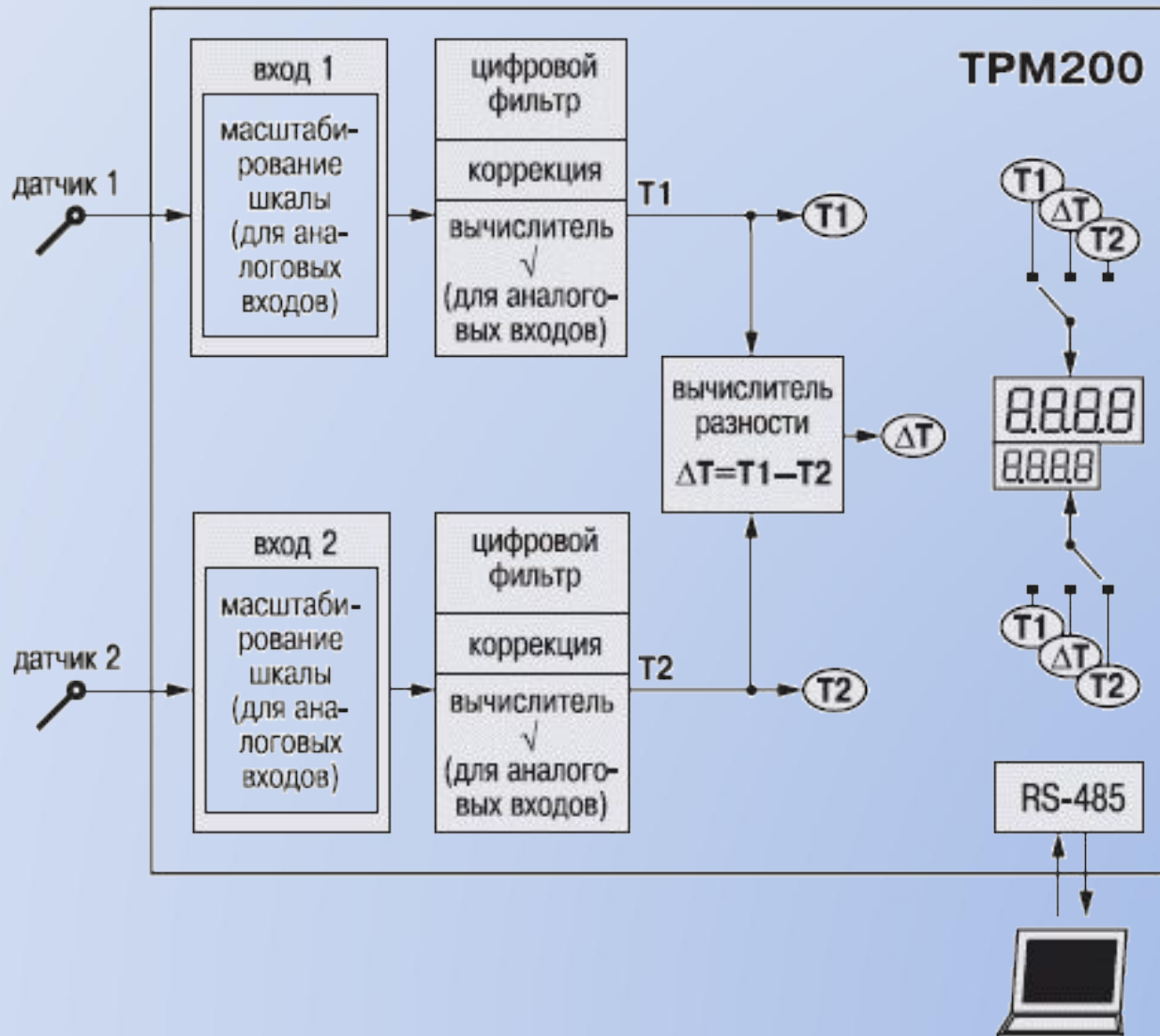
- Процессор Intel/AMD с частотой 1GHz или выше;
- Оперативная память 512Мб или больше;
- Наличие мыши или иного указывающего устройства;
- Разрешение экрана не ниже 1024x768;
- ОС Windows XP или выше;
- Браузер Microsoft Internet Explorer версии 8 или выше;
- ActiveX-компонент библиотеки LabView  
(распространяется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

