

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВПО «ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**Тема доклада: «ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ И СЫПУЧИХ  
МАТЕРИАЛОВ НА БАЗЕ  
ПРИБОРА ИТ – 3»**

Автор: Гусев Александр Анатольевич

Научный руководитель: к.т.н., доцент., И.В. Рогов.

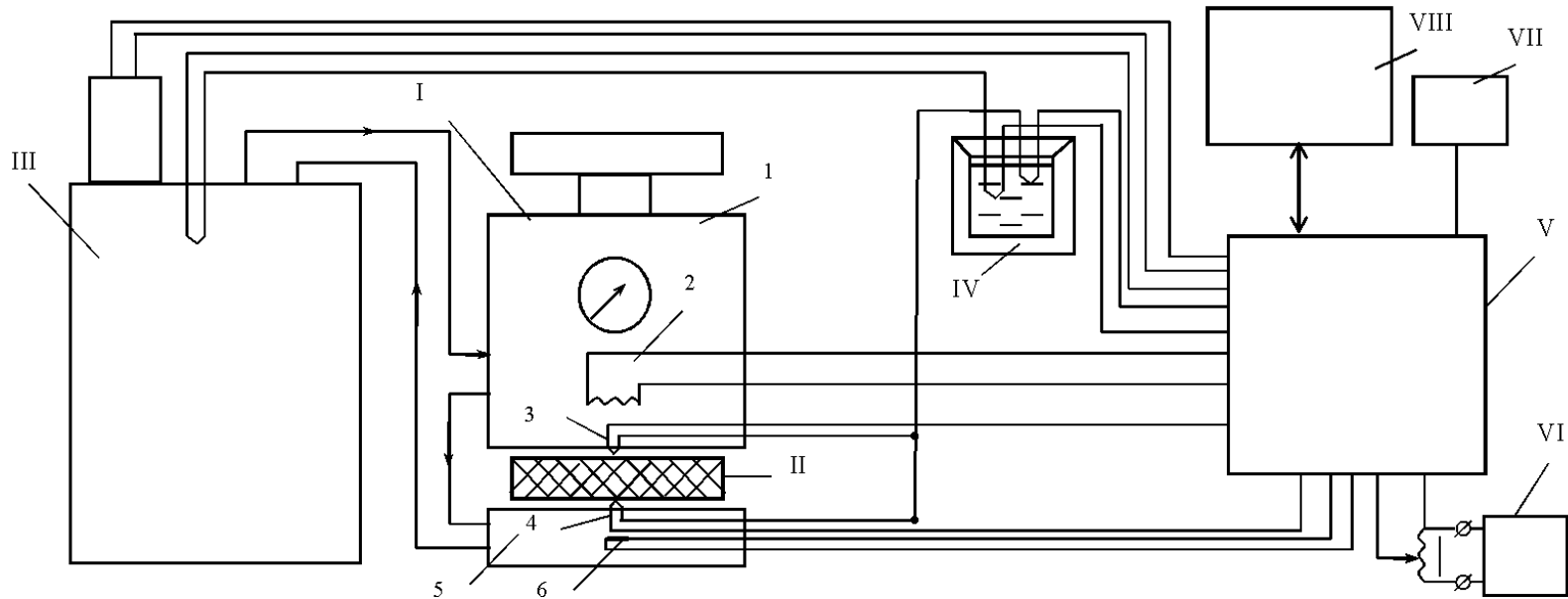
Тамбов 2015

## **АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ:**

Теплофизические свойства (ТФС) являются важнейшими характеристиками веществ и материалов. Количественные расчеты тепловых и температурных полей реальных тел возможны только тогда, когда известны конкретные значения ТФС.

В связи с этим, разработка измерительных систем, обеспечивающих оперативность процесса измерения и повышение точности результатов, является актуальной.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА

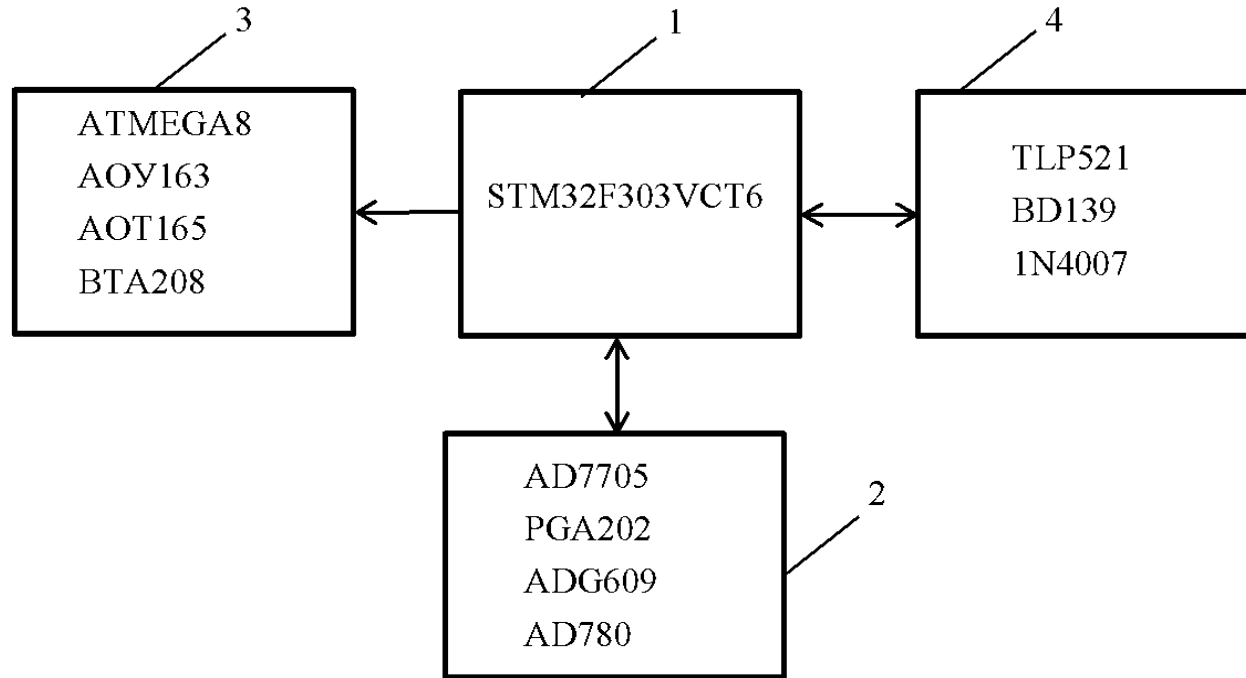


**Рис. 1 – Схема автоматизированной системы**

I – прибор ИТ – 3; II – исследуемый образец; III – термостат;  
 IV – сосуд Дьюара; V – блок управления и измерений; VI – ЛАТР;  
 VII – блок питания; VIII – компьютер.

1 – механизм перемещения; 2 – плоский электрический нагреватель;  
 3,4 – ленточные термопары; 5 – холодильник; 6 – датчик теплового потока.

## БЛОК УПРАВЛЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЙ



**Рис. 1 – Структурная схема блока управления и измерений**

- 1 – управляющий модуль; 2 – измерительный модуль;  
3 – модуль регулирования мощности на нагревателе;  
4 – модуль регулирования температуры жидкости в термостате.

## КОНТРОЛЬ ЗА ХОДОМ ЭКСПЕРИМЕНТА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРА НЕДОГРЕВА

Для контроля за ходом эксперимента введем следующий параметр:

$$\beta = \frac{\Delta T_{\text{ст}} - \Delta T}{\Delta T_{\text{ст}}} \quad (1)$$

Здесь  $\beta$  – степень недогрева до стационарной стадии;

$$\Delta T_{\text{ст}} - \Delta T \approx b \exp(-t/m) \quad (2)$$

Расчетное соотношение для  
определения степени недогрева

$$\beta \approx \frac{b \exp(-t/m) - \Delta T_{\text{ст}}}{\Delta T_{\text{ст}}} \quad (3)$$

для расчета величин  $b$  и  $m$  необходимо в процессе измерения строить зависимость логарифма скорости нагрева от времени и определять параметры  $b$  и  $m$  методами регрессионного анализа.

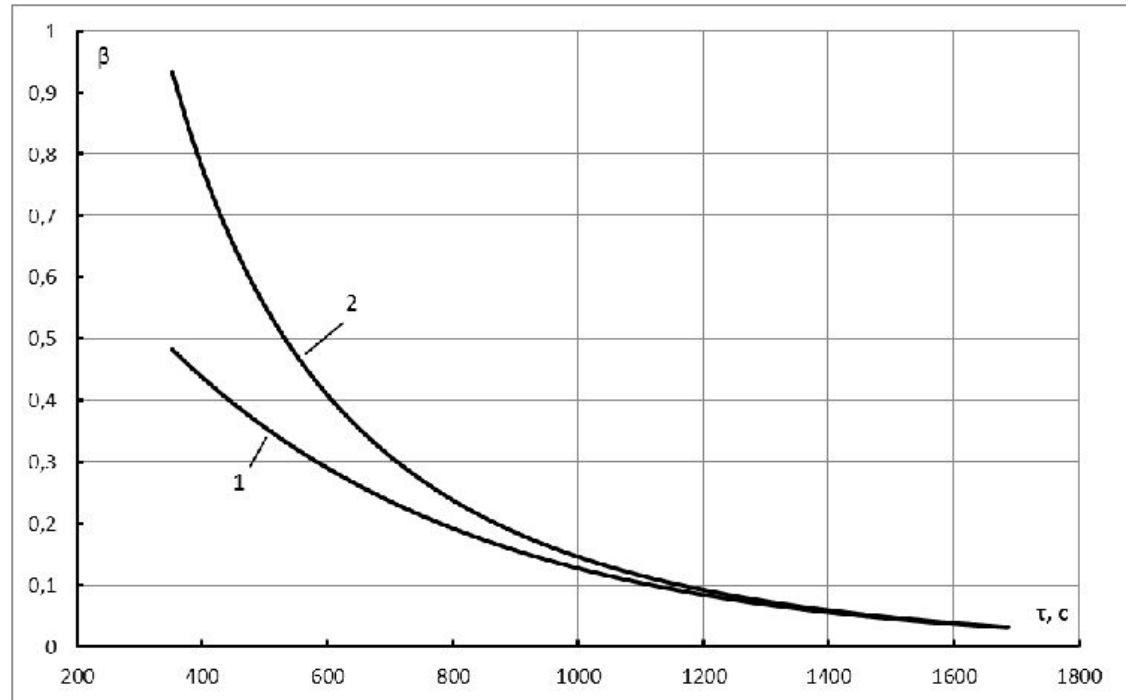


Рис. 1 – Зависимости параметра недогрева от времени эксперимента:

1 – по формуле (1); 2 – по формуле (3)

## ТЕПЛОВАЯ СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТА

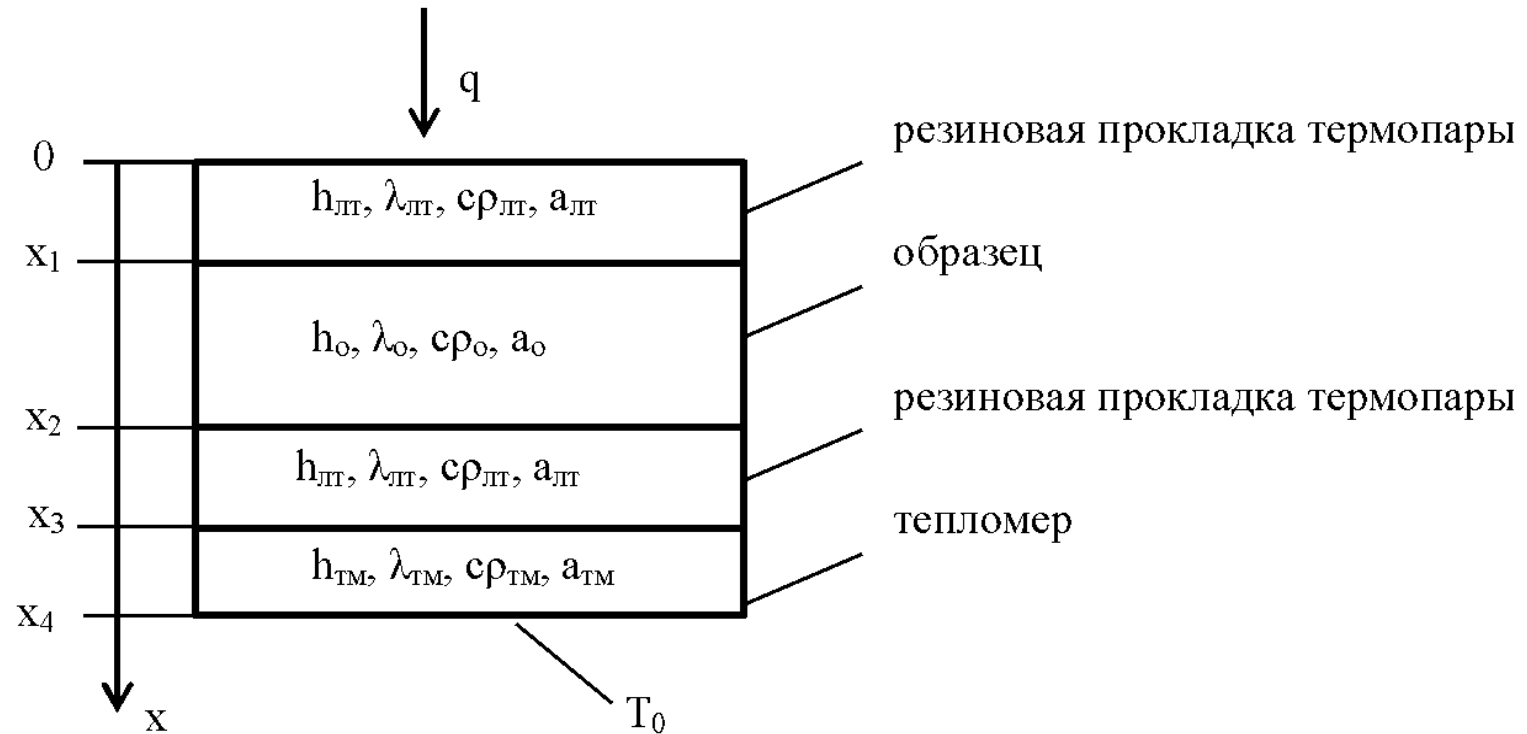


Рис. 1 – Тепловая схема эксперимента

# ИМИТАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЯЧЕЙКЕ

Таблица 1 – Свойства отдельных элементов модели

№	Материал/ среда	$\lambda$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$c$ , Дж/кг·К
I	Воздух	0,012	1,2	1005
II	Сталь	15	7800	475
III	Резина	0,15	1200	1320
IV	ПММА	0,195	1200	1350
V	ЭС	0,5	940	2400

Таблица 2 – Тип и хар-ки граничных условий

№	Тип граничных условий	Характеристики граничных условий
1	Ось симметрии	Тепловая изоляция
2	ГУ 1 рода	$T = 293 \text{ К}$
3	ГУ 2 рода	$q = 0 \div 5000 \text{ Вт/м}^2$
4	ГУ 4 рода	
5	ГУ 3 рода	$\alpha = 70 \text{ Вт/(м}^2\text{)}; T_{\text{ж}} = 293 \text{ К}$
6	ГУ 3 рода	$\alpha = 11 \text{ Вт/(м}^2\text{)}; T_{\text{ж}} = 293 \text{ К}$

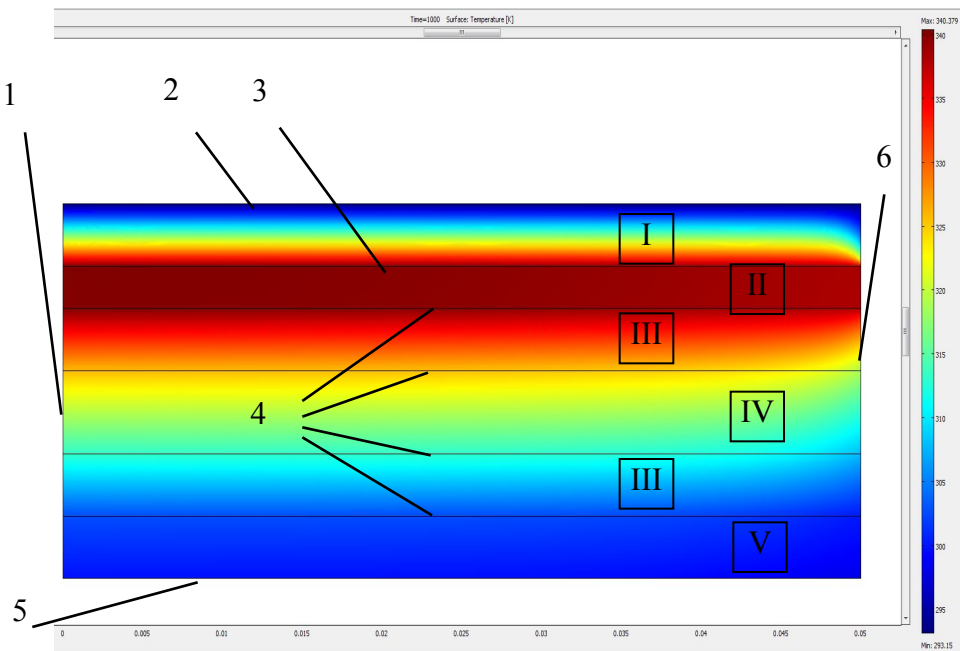


Рис. 1 – Поле температур

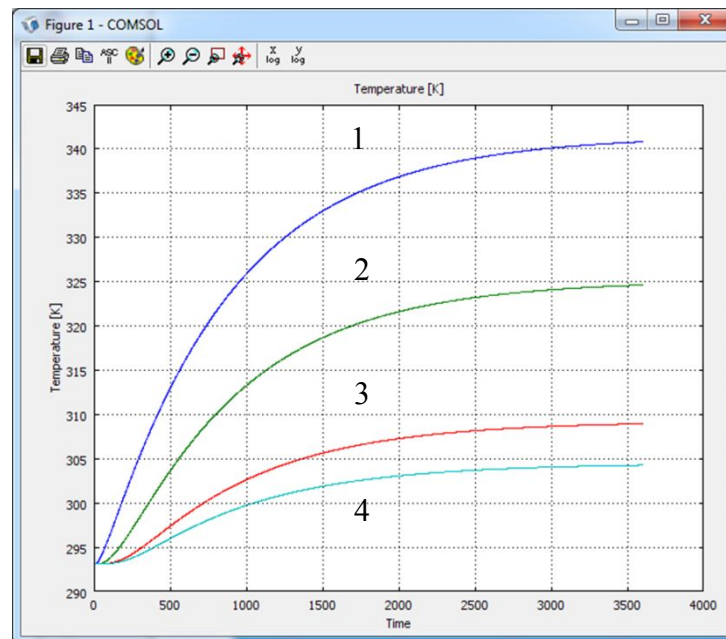


Рис. 2 – Зависимость изменения температур от времени в точках контроля

Благодарю за внимание!