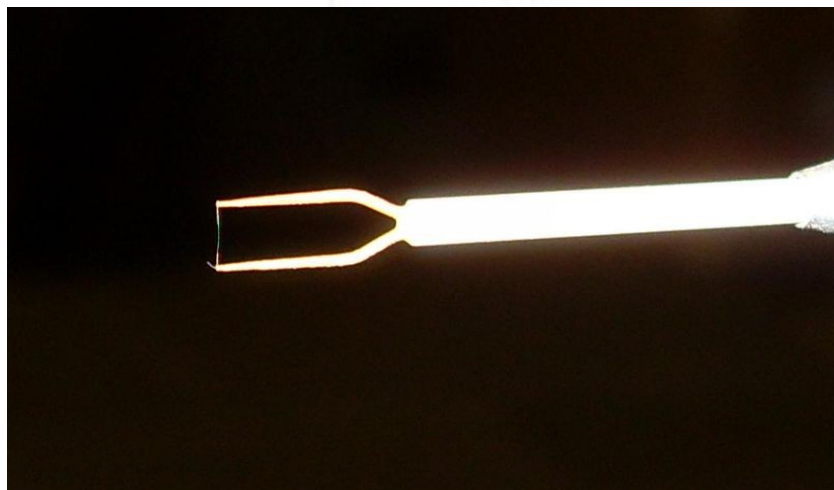


*Академэнерго, Казанский научный центр,  
Российская академия наук*

# Термоанемометр с автоматической компенсацией изменений температуры потока

Ф.С. Занько, А.Н. Михеев

# Термоанемометр (1908-...)



проф. Л.В.Кинг в  
университете  
Макджилл, Канада  
(ок.1920 г.)

## Закон Кинга

$$\frac{I^2 R_w}{R_w - R_a} = A + BU^n$$



# ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

- Нагреть проводник, пропустив через него электрический ток
- Более холодная жидкость забирает тепло у нагретого проводника за счет конвекции
- Установить количество тепла, потерянного проводником, измеряя его электрическое сопротивление
- Устранить зависимость сигнала, порожденного отводом тепла, от всех физических параметров за исключением скорости (например, от температуры жидкости)
- Найти оставшуюся зависимость "напряжение - вектор скорости", проведя градуировку

# ПРОБЛЕМЫ ТЕРМОАНЕМОМЕТРА

- легко повредить нить датчика
- использование требует известной квалификации и опыта
- нуждается в градуировке
- непросто интерпретировать результаты измерений
- дороговизна коммерческой аппаратуры и датчиков
- и т.д. и т.п.

# ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИИ

- создание по-настоящему доступного и дешевого измерительного прибора
- самостоятельное изготовление датчиков
- снижение образовательного барьера при подготовке специалистов
- увеличение надежности измерений и упрощение использования даже за счет некоторой потери точности
- и др.



# ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ: I. Покупка б/у прибора

The screenshot shows an eBay listing for a Dantec Dynamics Multichannel 54N82 CTA Hotwire Anemometer. The device is a blue rectangular unit with several ports and buttons on the front panel, including 'Temp.', 'Velocity', and 'Inputs (optional)'. The listing details include the seller's name 'paullees' with a 100% positive feedback rating, the item's condition as 'Used' (Б/у), and a price of US \$3,600.00, which is noted as approximately 150,507.96 rubles. The listing also shows the time remaining for the auction and various action buttons like 'Buy Now', 'Add to Cart', and 'Make Offer'.

Куплен в 2008 г., стоил св. 15000\$

## ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ: II. Самодельное устройство

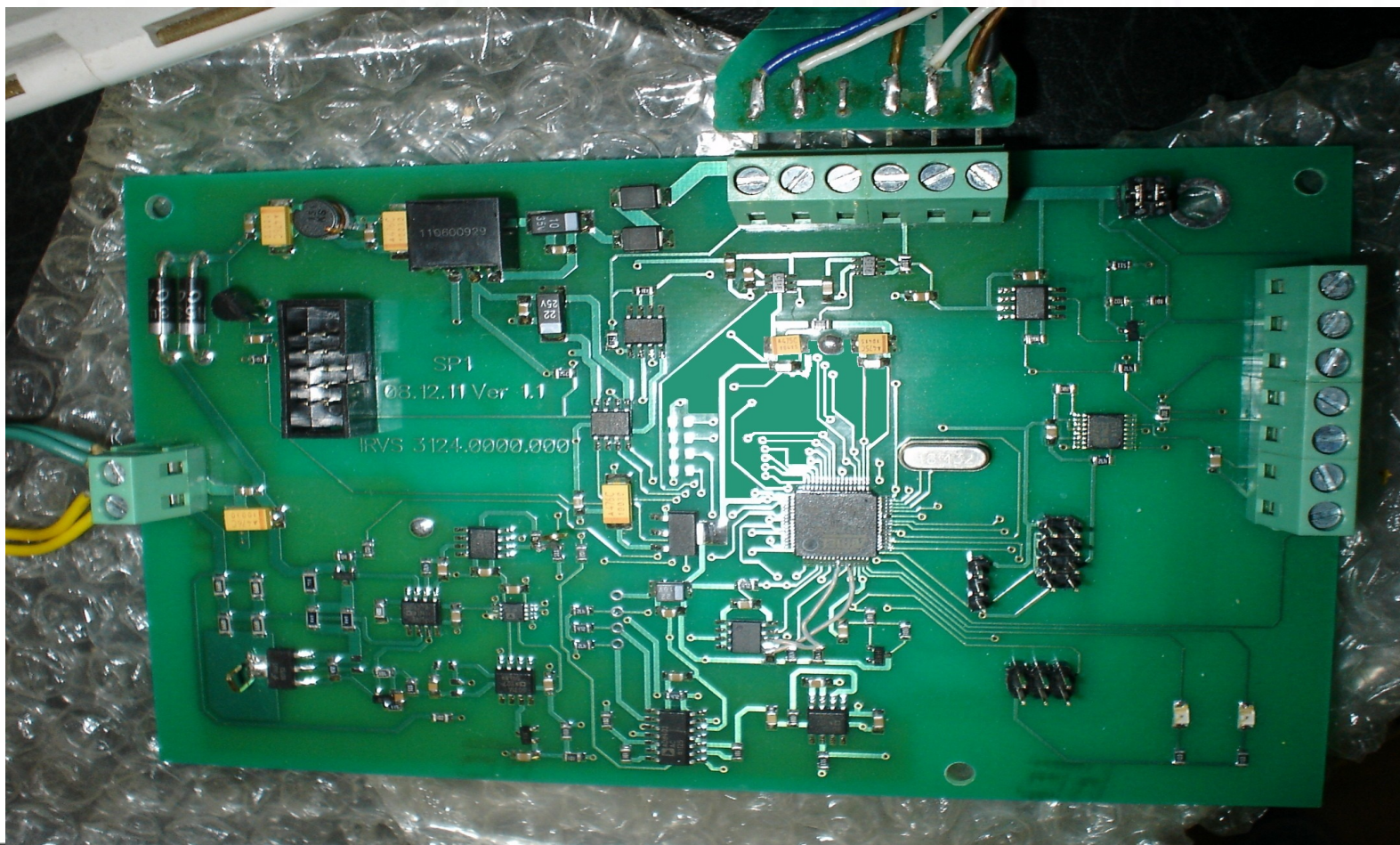
- Watmuff, 1994 (Австралия)
- Itsweire и Helland, 1983 (США)
- Osorio и др., 2010 (Аргентина)

Себестоимость электроники < 500\$





# Термоанемометрическое устройство с постоянным перегревом нити относительно температуры потока



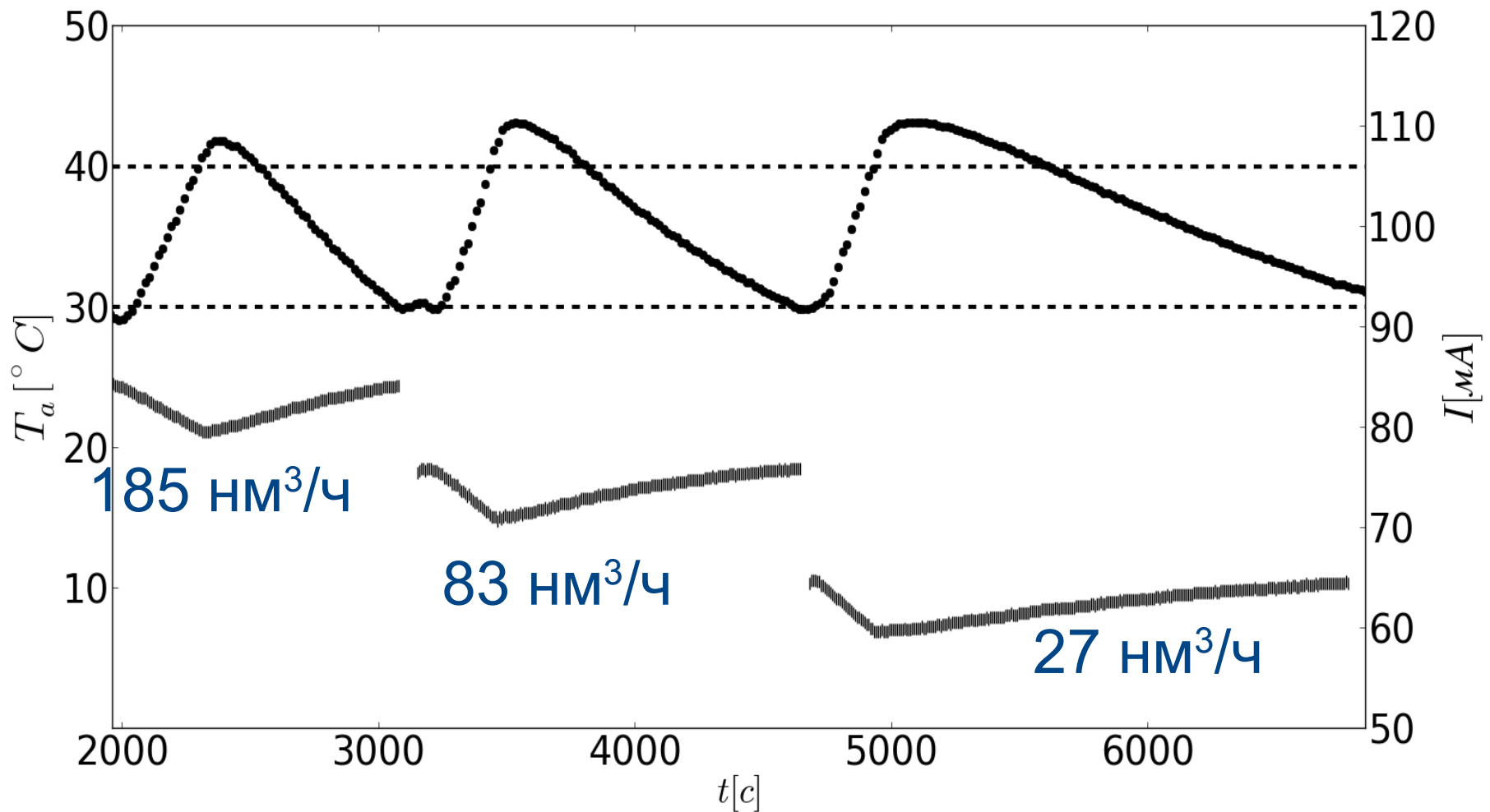


# ЗАКОН ТЕПЛООБМЕНА НАГРЕТОЙ НИТИ С ДВИЖУЩИМСЯ ПОТОКОМ

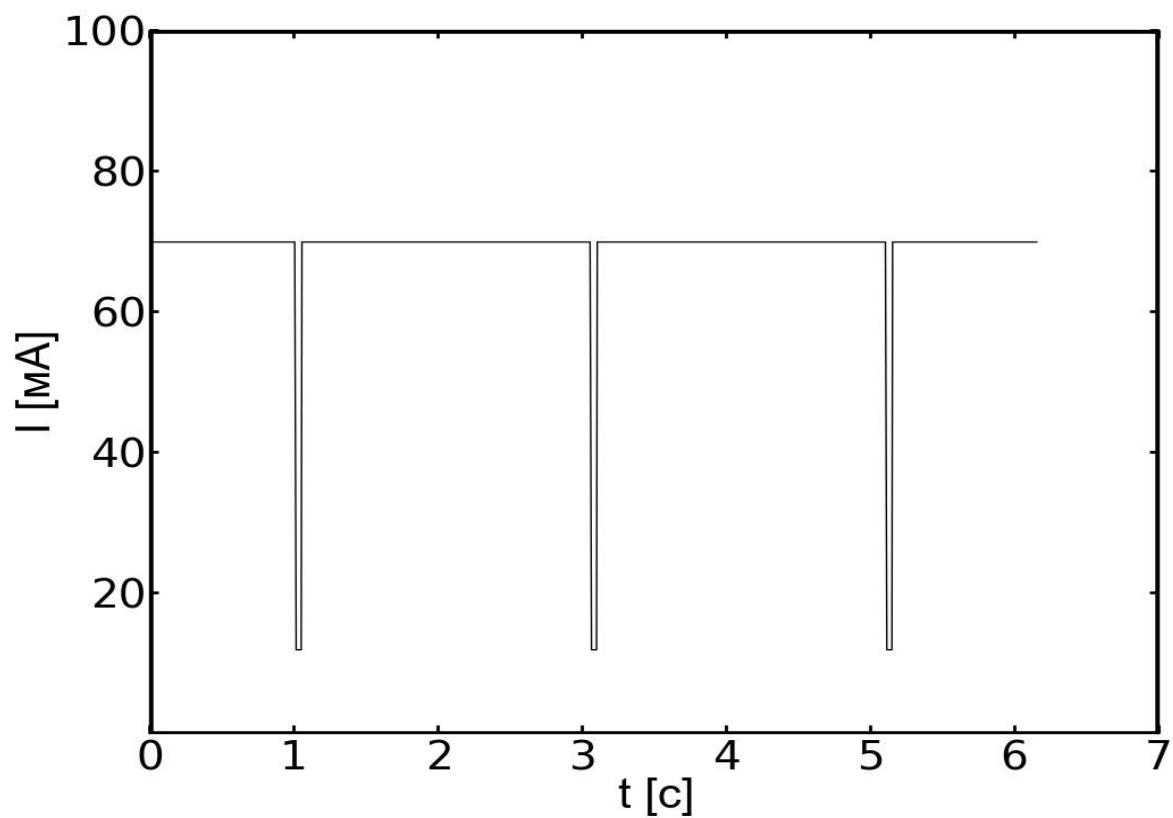
$$I^2 R_w = \pi d l (T_w - T_a) h$$

- $I$  - сила тока
- $R_w$  - сопротивление горячей нити
- $d$  - диаметр нити
- $l$  - длина нити
- $T_w$  - температура горячей нити
- $T_a$  - температура потока
- $h = \text{const}$  - коэффициент теплообмена

# ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОТОКА НА ПОКАЗАНИЯ ТЕРМОАНЕМОМЕТРА ПОСТОЯННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

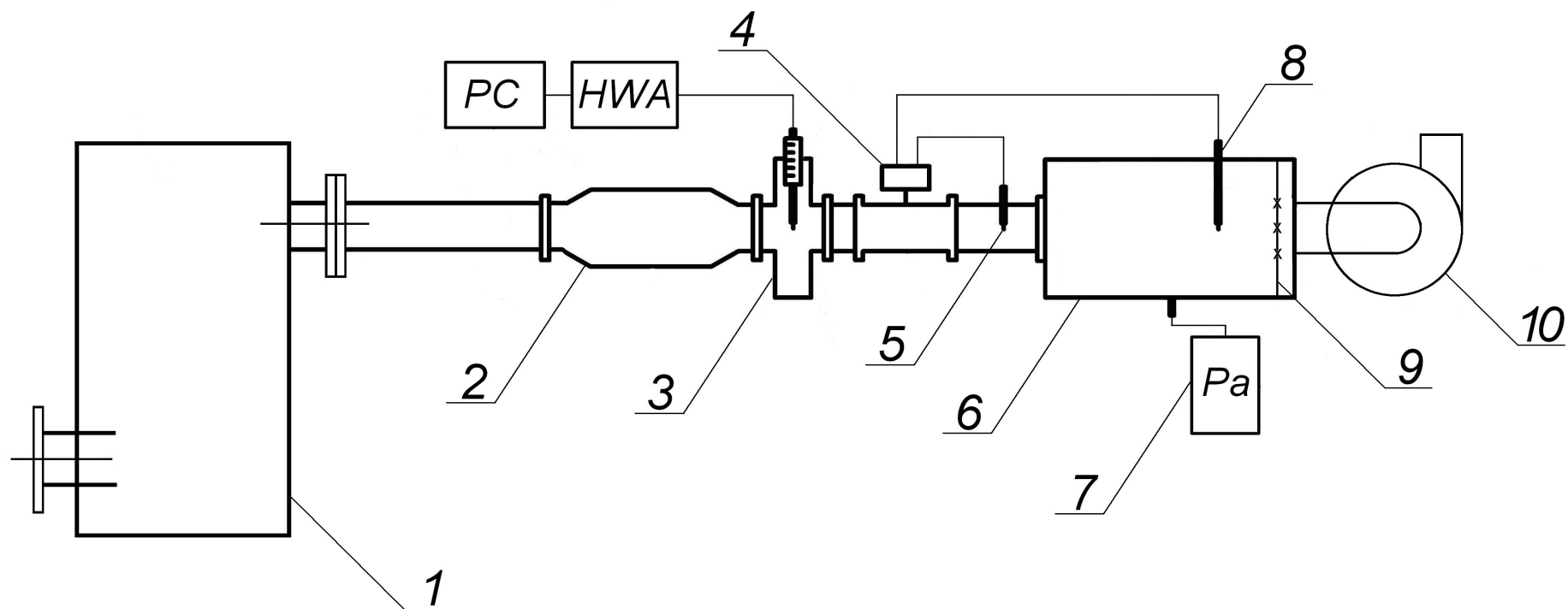


# ТИПИЧНАЯ ОСЦИЛЛОГРАММА ВЫХОДНОГО СИГНАЛА ПРИБОРА



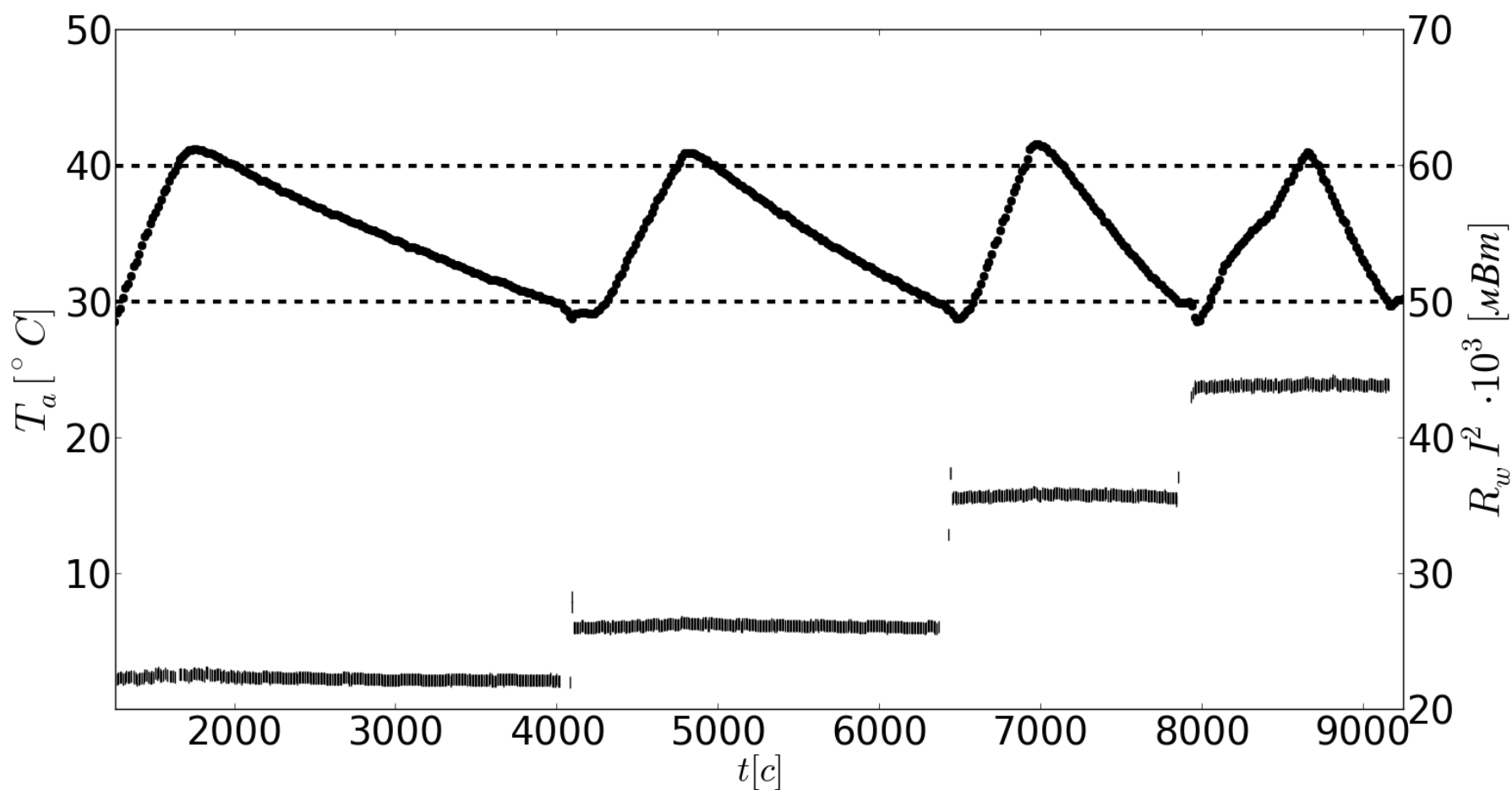


# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА



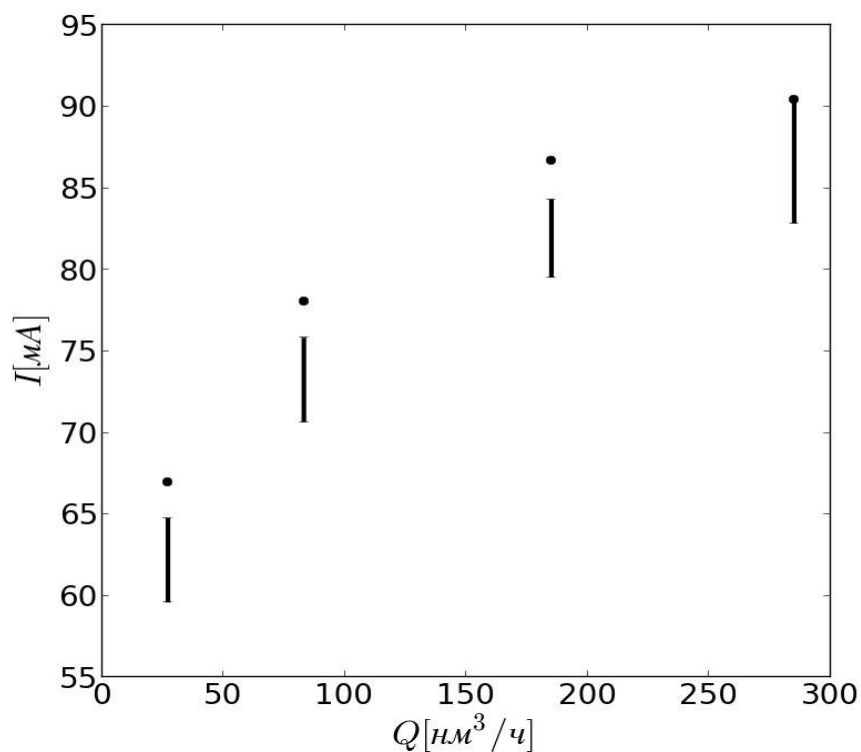
1 - нагреватель; 2 - универсальное выравнивающее устройство; 3 - измерительный участок с датчиком скорости; 4 - вихревой расходомер ИРВИС-РС4-Пар; 5,8 - датчик температуры Кварц-ДТ.007; 6 - ресивер; 7 - датчик давления ПРОМА-ИДМ; 9 - критические сопла; 10 - турбокомпрессор; HWA - цифровой термоанемометр; PC - компьютер

# ТЕРМОАНЕМОМЕТР С ПОСТОЯННЫМ ПЕРЕГРЕВОМ НИТИ ОТНОСИТЕЛЬНО ТЕМПЕРАТУРЫ ПОТОКА: ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ И ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ

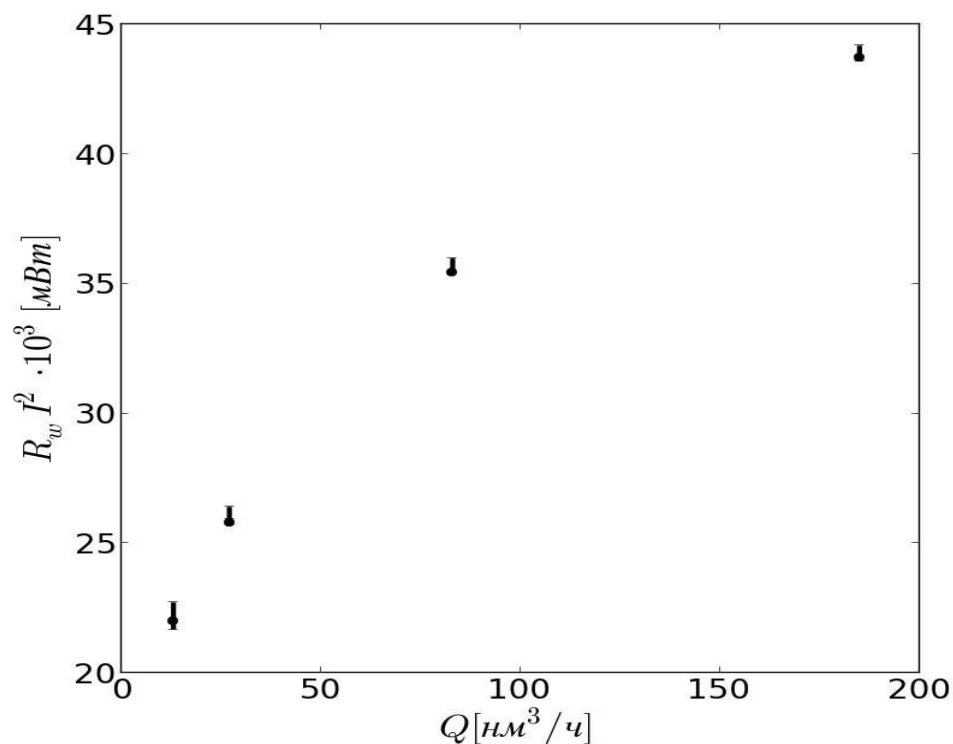


# РАЗБРОС ПОКАЗАНИЙ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ СКОРОСТИ:

ТЕРМОАНЕМОМЕТРОМ  
ПОСТОЯННОГО  
СОПРОТИВЛЕНИЯ:



ТЕРМОАНЕМОМЕТРОМ  
С ПОСТОЯННЫМ  
ПЕРЕГРЕВОМ НИТИ:





# ВЫВОДЫ

- Термоанемометр с постоянным перегревом нити относительно температуры потока способен измерять скорость без дополнительной корректировки
- Идеи, заложенные в термоанемометр постоянного перегрева нити, делают его более удобным инструментом для научных экспериментов и инженерных приложений по сравнению с традиционным термоанемометром постоянной температуры