

# ЛЕКЦИЯ 19. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛО- И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

## *Эффективность термоэлектрических генераторов*

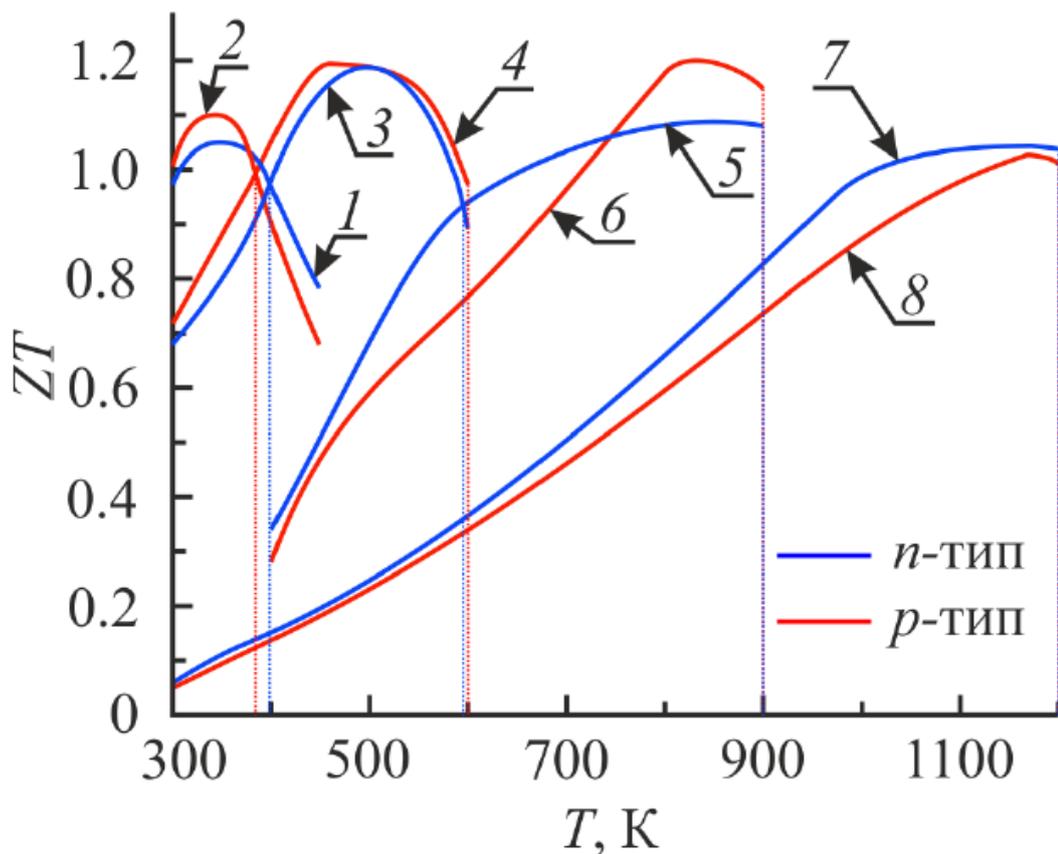
КПД термоэлектрического генератора:

$$\eta = \frac{T_G - T_X}{T_G} \cdot \frac{\sqrt{(1 + Z\bar{T})} - 1}{\sqrt{(1 + Z\bar{T})} + T_X / T_G}$$

где  $T_G$  и  $T_X$  – температура горячих и холодных спаев ТЭ, соответственно;

$$\bar{T} = (T_G + T_X) / 2;$$

$Z$  – термоэлектрическая добротность.

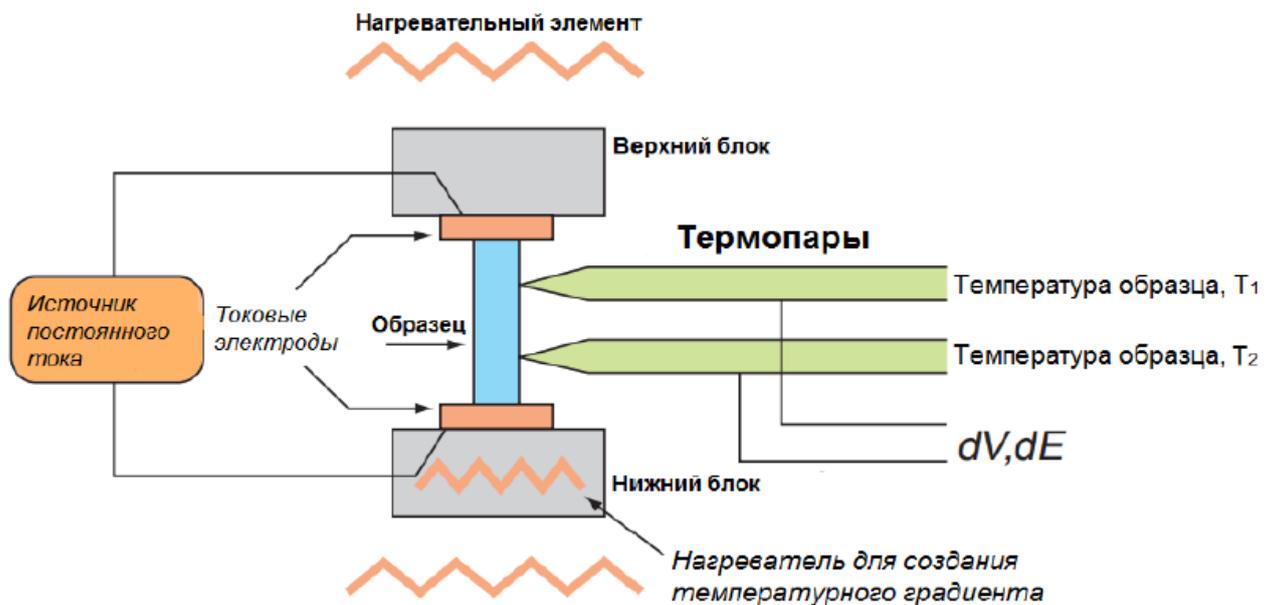


**Рисунок 1. График зависимости  $ZT$  от  $T$**

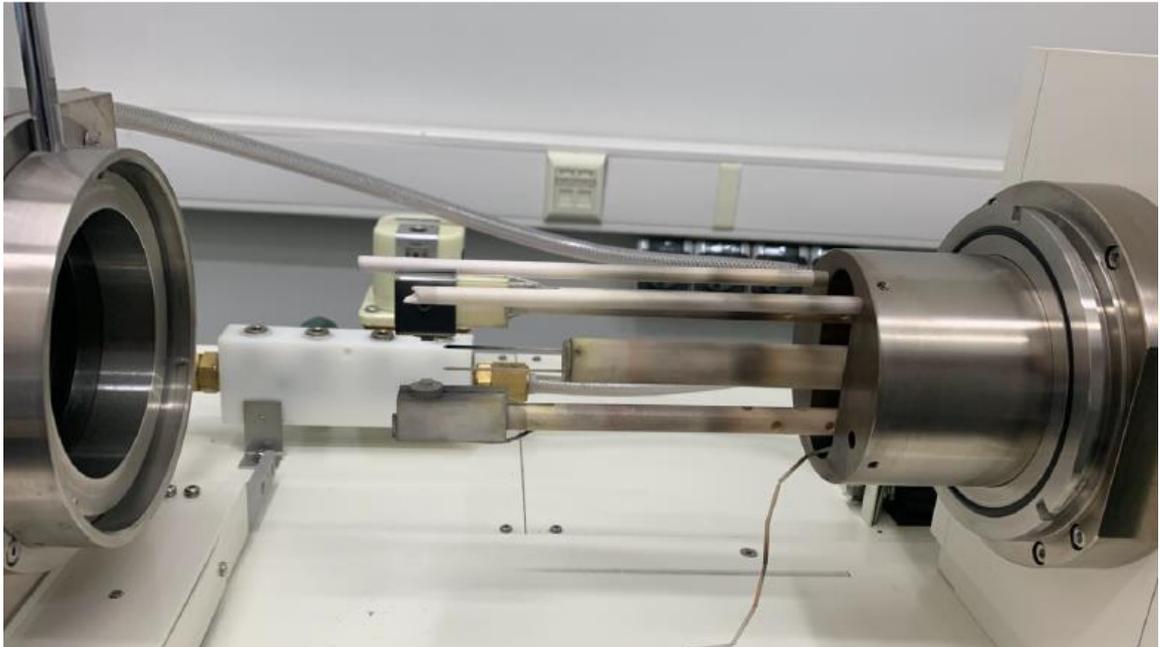
1 –  $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.8}\text{Se}_{0.2}$  (0.14 мас %  $\text{CdCl}_2$ ), 2 –  $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$  (2 мас %  $\text{Te}$ , 0.14 мас %  $\text{TeI}_4$ ), 3 –  $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.4}\text{Se}_{0.6}$  (0.18 мас %  $\text{CuBr}$ ), 4 –  $\text{Bi}_{0.4}\text{Sb}_{1.6}\text{Te}_3$  (0.12 мас %  $\text{PbCl}_2$ , 1.50 мас %  $\text{Te}$ ), 5 –  $\text{PbTe}$  (0.2 мас %  $\text{PbI}_2$ , 0.3 мас %  $\text{Ni}$ ), 6 –  $\text{GeTe}$  (7.4 мас %  $\text{Bi}$ ), 7 –  $\text{Si}_{0.8}\text{Ge}_{0.2}$  (2.2 мас %  $\text{P}$ ), 8 –  $\text{Si}_{0.8}\text{Ge}_{0.2}$  (1.8 мас %  $\text{B}$ ).



*Рисунок 2. Измерительный комплекс для исследования термоэлектрических параметров материалов. Интервал рабочих температур от +25°C до + 800°C*

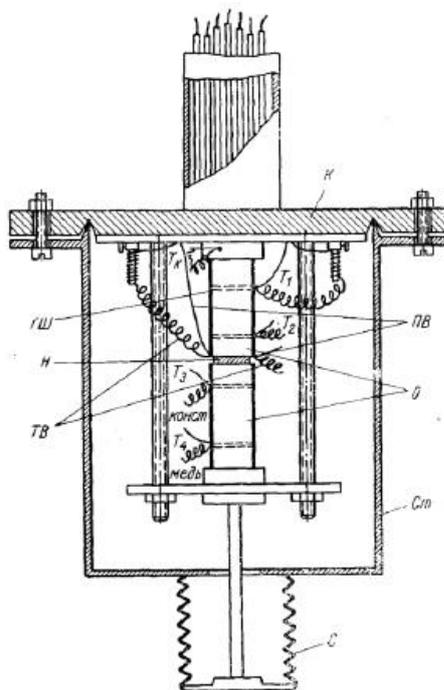


*Рисунок 3. Схема ячейки для измерения термоэлектрических параметров материалов. Интервал рабочих температур от +25°C до + 800°C*

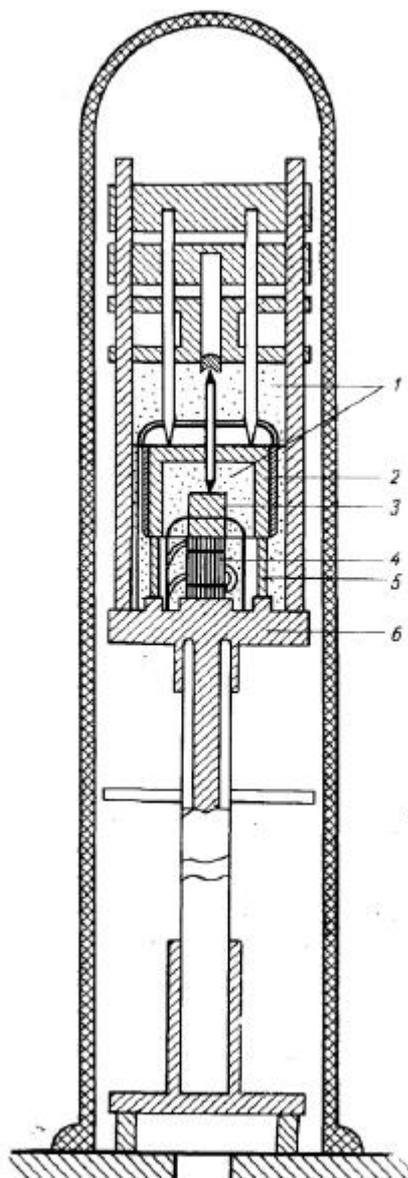


*Рисунок 4. Внешний вид ячейки для измерения термоэлектрических параметров материалов*

*Исследование теплопроводности материалов*



*Рисунок 5. Схема установки для измерения теплопроводности по Е.Д. Девятковой и А.В. Петрову для низких температур*



*Рисунок 6. Схема установки для измерения теплопроводности по Е.Д. Девятковой и А.В. Петрову для высоких температур*

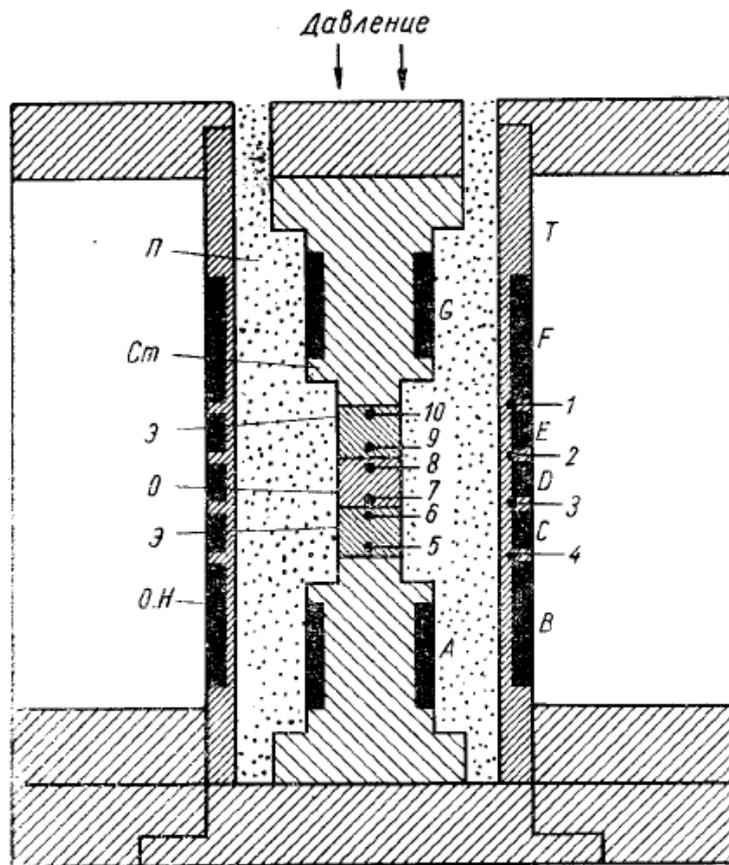


Рисунок 7. Схема установки по Бауэрсу

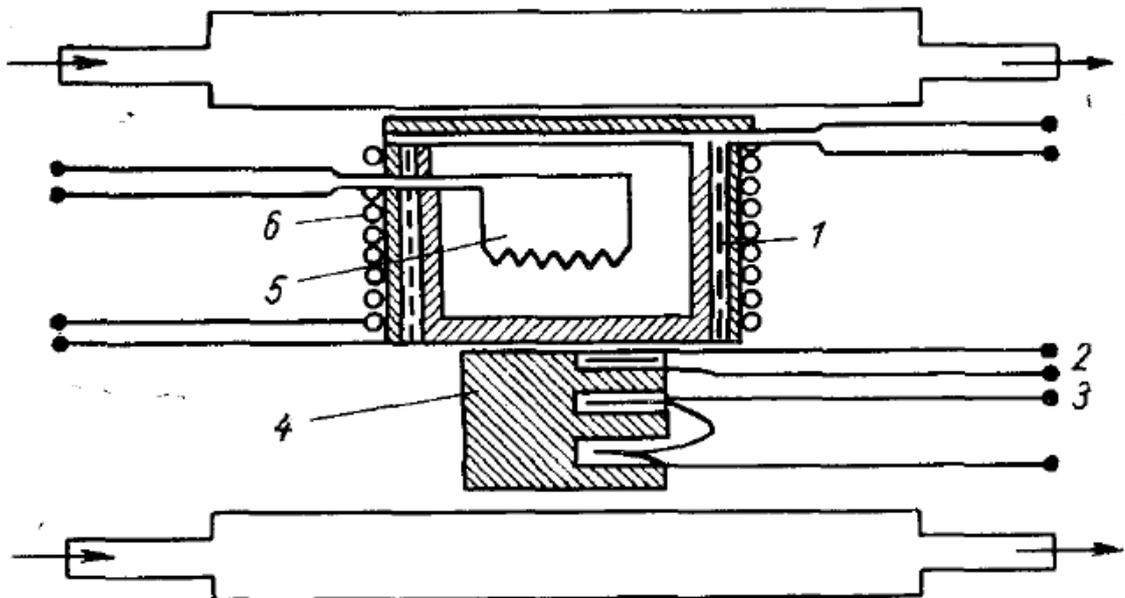
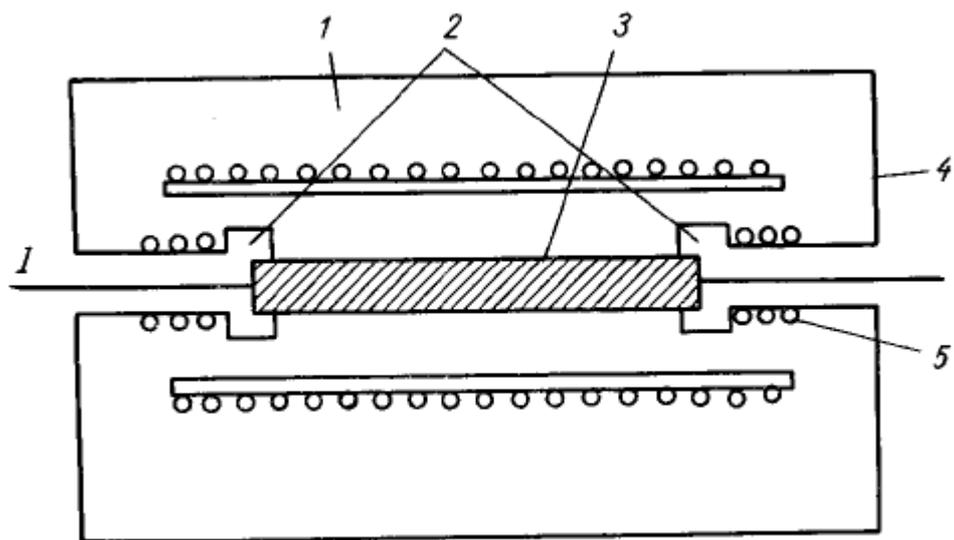
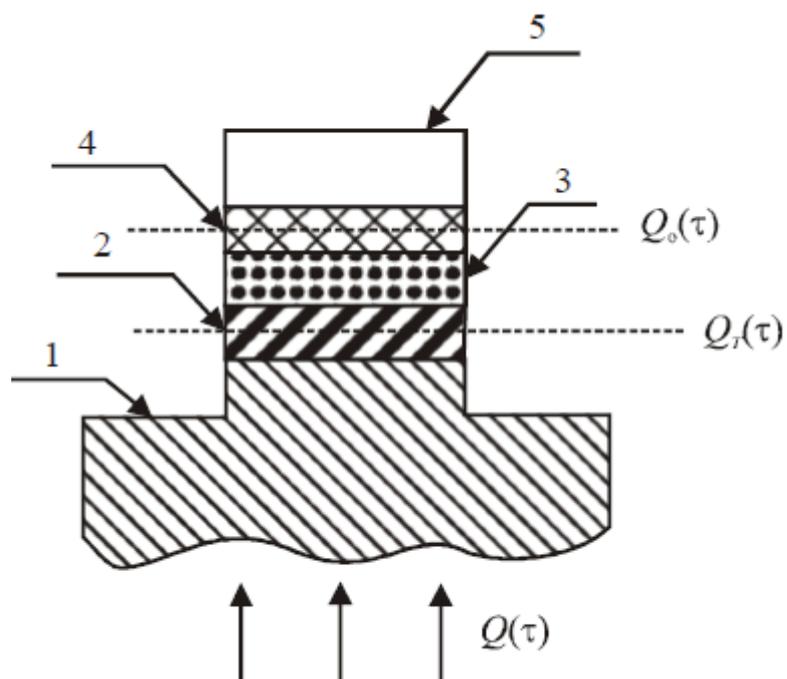


Рисунок 8. Схема метода Х.И. Амирханова

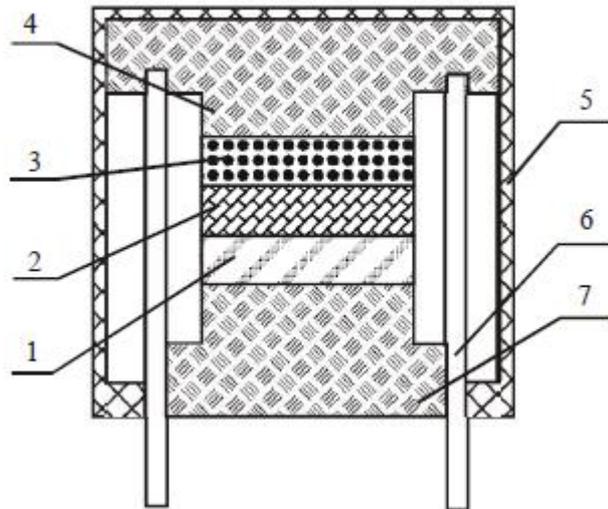


*Рисунок 9. Схема установки по методу Кольрауша*



*Рисунок 10. Схема установки лямда-калориметра.*

Тепловая схема метода: 1 – медное основание; 2 – пластина из нержавеющей стали; 3 -контактная пластина; 4 – исследуемый образец; 5 – стержень.

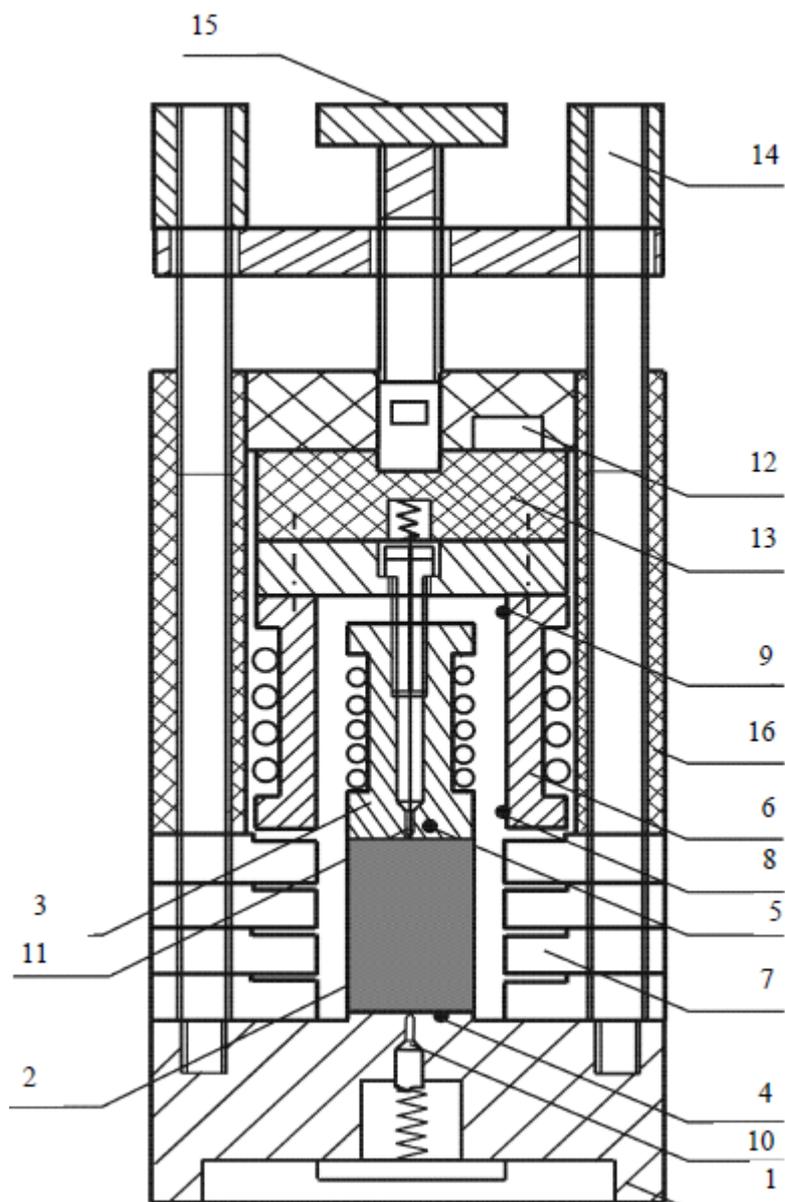


***Рисунок 10. Схема установки лямда-калориметра.***

Схема измерительной ячейки: 1 – пластина из нержавеющей стали; 2 – контактная пластина; 3 – испытуемый образец; 4 – стержень; 5 – корпус; 6 – термопары; 7 – медное основание.



***Рисунок 11. Измерительный комплекс для исследования термоэлектрических параметров материалов. Интервал рабочих температур от минус 60° С до + 400° С***

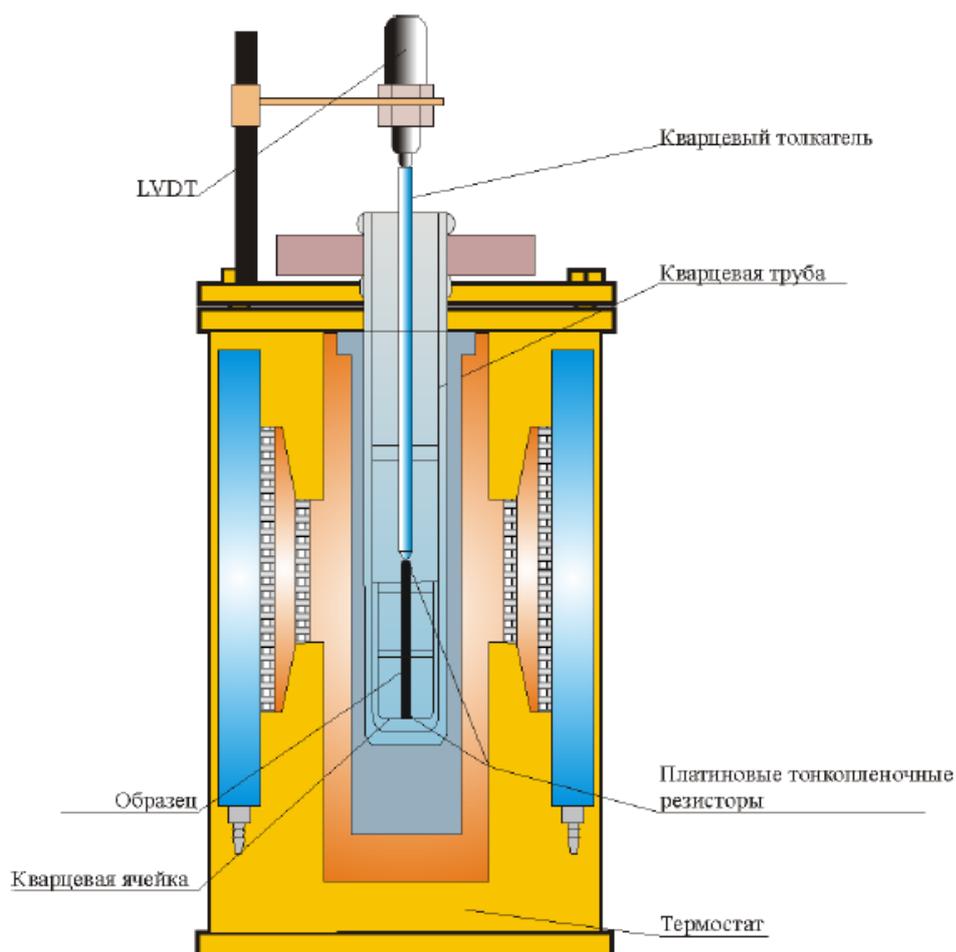


**Рисунок 12. Схема измерительной ячейки:**

1 – основание; 2 – исследуемый образец; 3 – градиентный нагреватель;  
 4,5,8,9 – датчики температуры; 6 – охранный нагреватель; 7,13 –  
 теплоизоляция; 10,11 – токовые зонды; 12 – разъем; 14 – направляющие; 15 -  
 прижимной винт; 16 - экран.



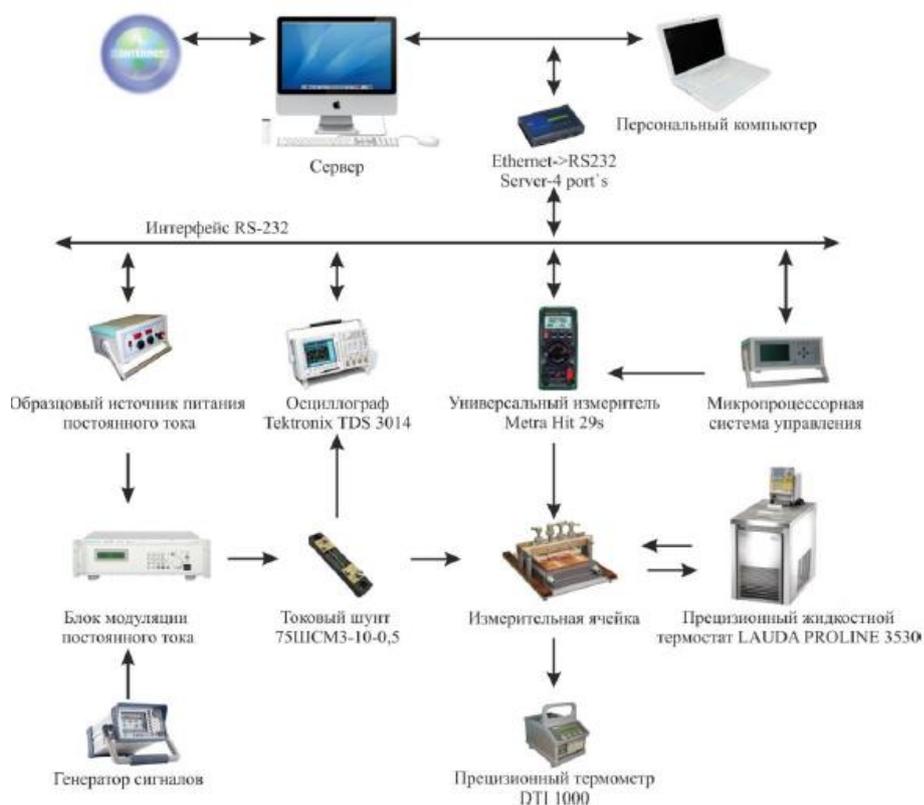
*Рисунок 13. Структурная схема измерительного комплекса для исследования ТКЛР*



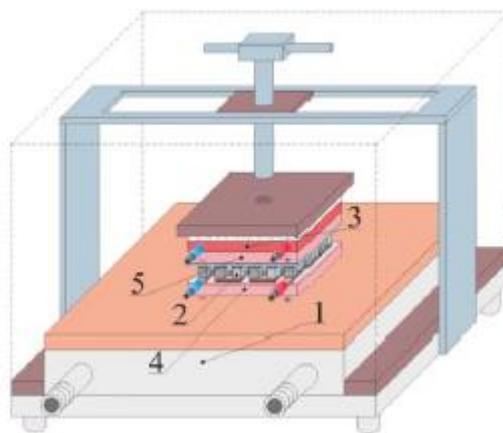
*Рисунок 14. Схема установки измерительной ячейки в термоэлектрическом калибраторе*



**Рисунок 15. Измерительная ячейка для исследования КПД термоэлектрических устройств и тепло электрофизических параметров материалов**

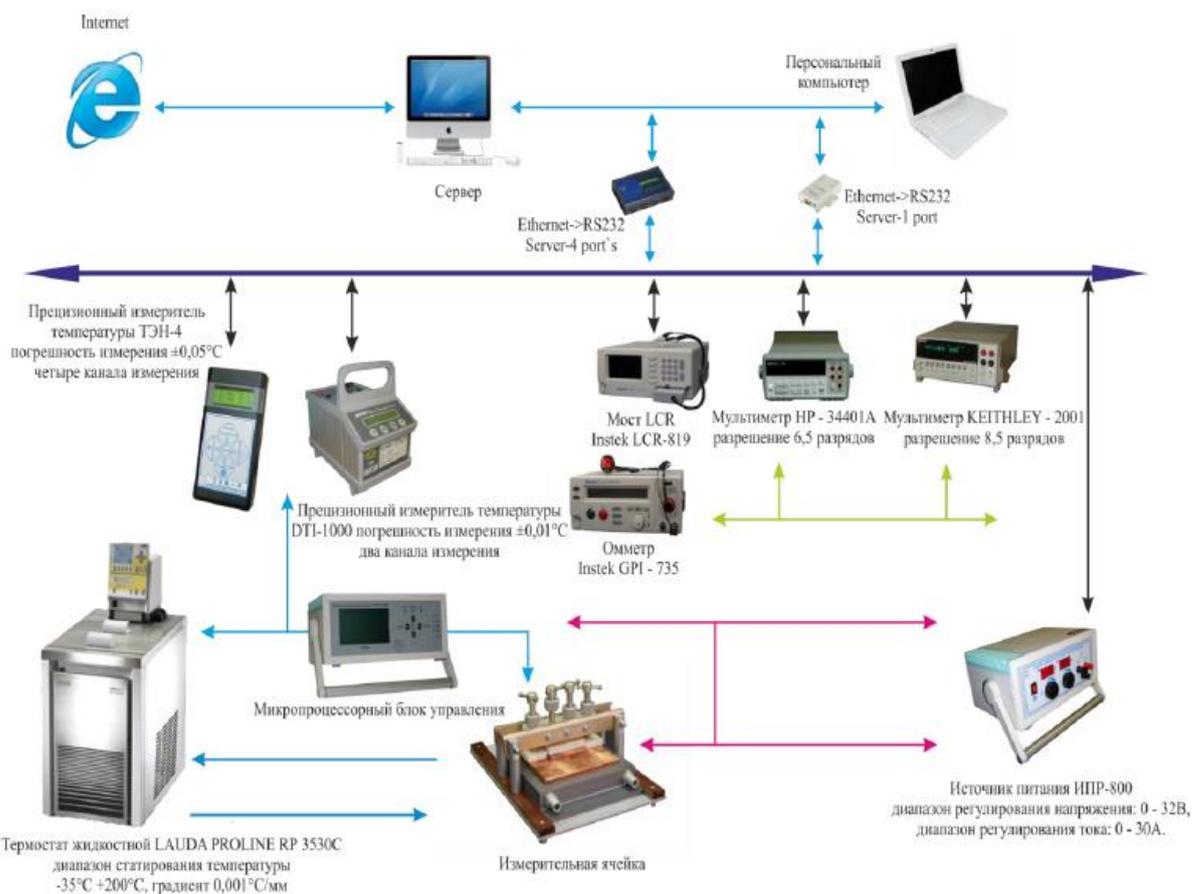


**Рисунок 16. Структура измерительного комплекса для исследования влияния режимов и параметров питания на эффективность ТОО**



**Рисунок 17. Измерительная ячейка:**

1 – жидкостной теплообменник; 2 – ТЭМ;  
3 – резистивный нагреватель; 4, 5 – теплопровод.



**Рисунок 18. Программно-реконфигурируемый измерительный комплекс для исследования термоэлектрических преобразователей энергии**