

Аномалии термодинамических производных жидкостей в прецизионных экспериментах с использованием упруготермического эффекта

Презентация выполнена:

Канев Александр, 204М группа

Руководитель:

доцент, к.ф.-м.н.,

Благонравов Лев Александрович

Введение

Особенности в поведении ряда свойств простых жидкостей (преимущественно металлических) представлены в виде скачков и перегибов на температурных зависимостях.

Обзор. Нейтронографические исследования на цезии

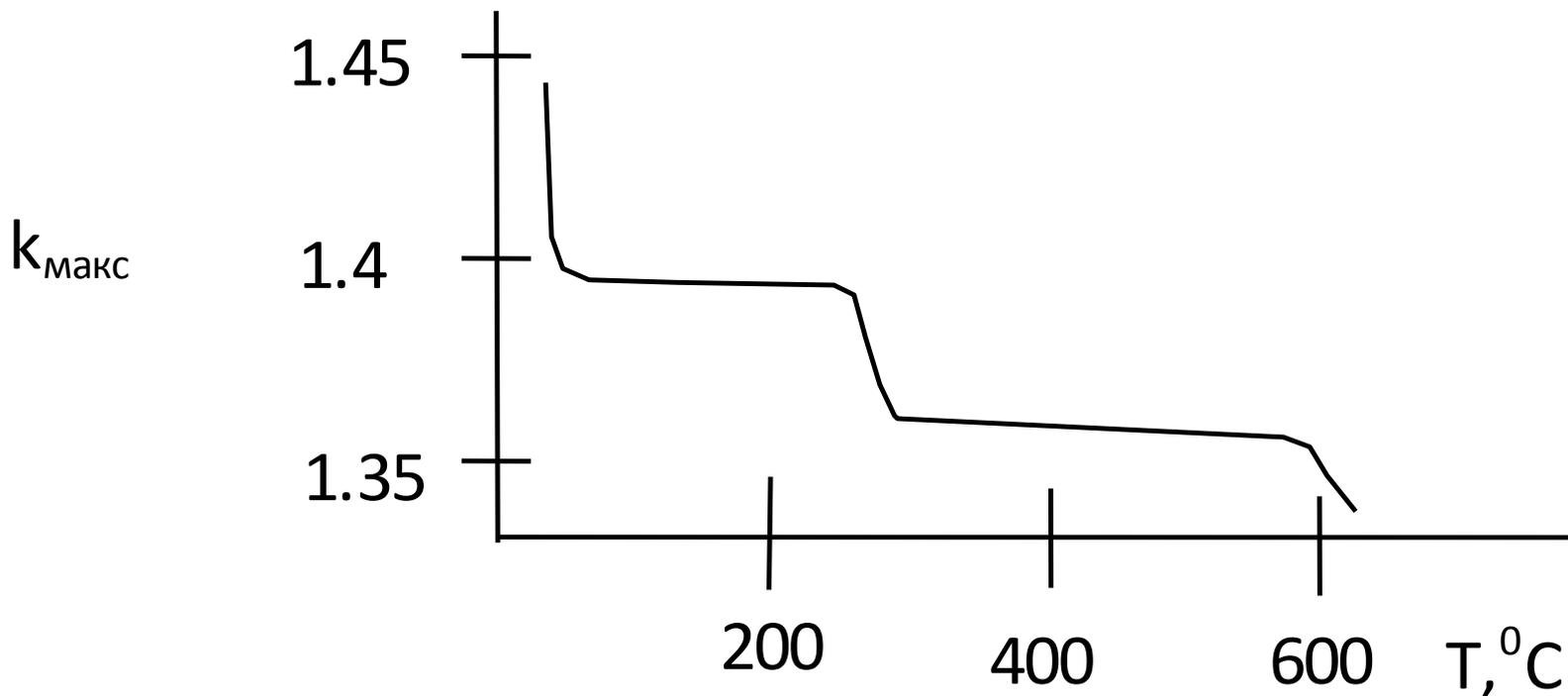


Рис.1. Зависимость скачков положения первого максимума $k_{\text{макс}}$ структурного фактора $S(k)$ от температуры T

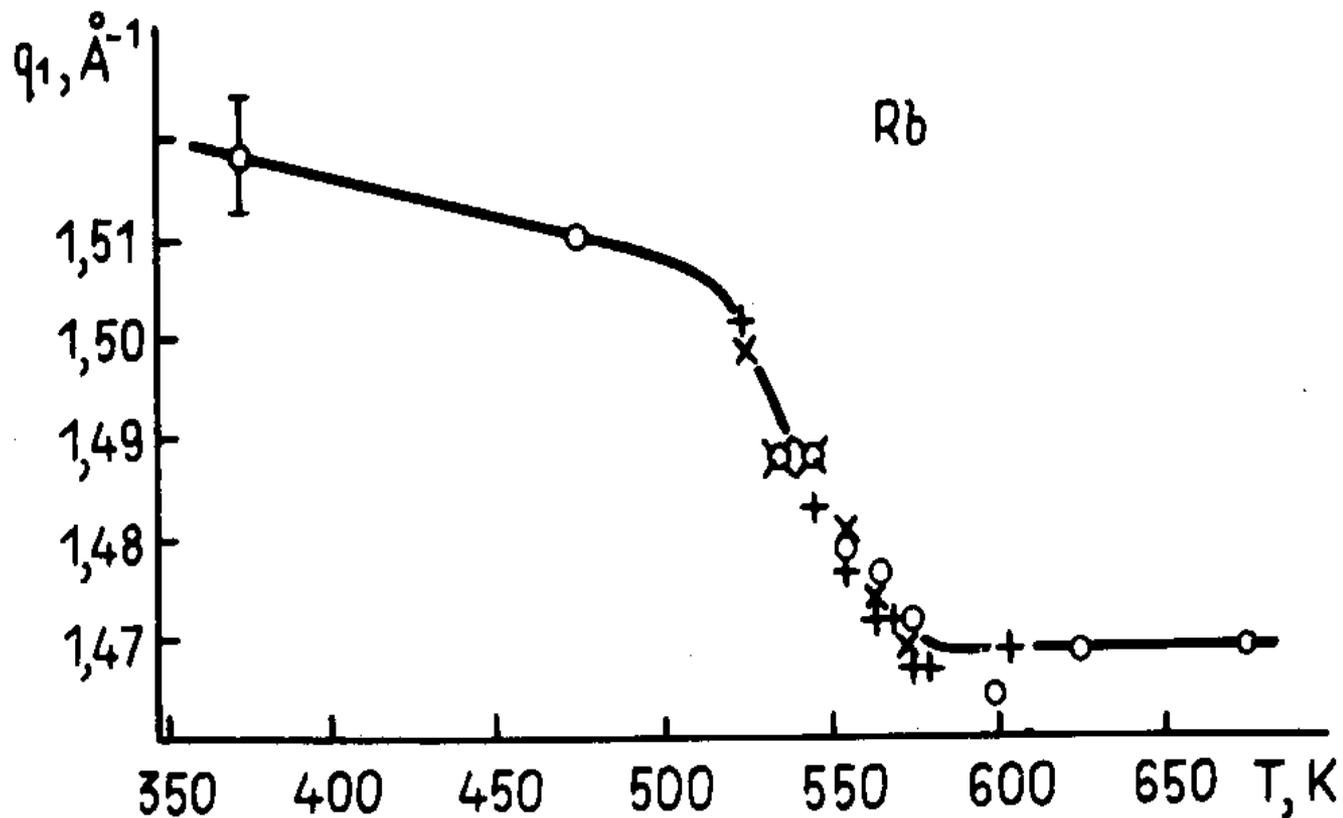


Рис.2. Температурная зависимость положения первого максимума структурного фактора жидкого рубидия [4]: 0 - I серия; × - II серия; + - III серия

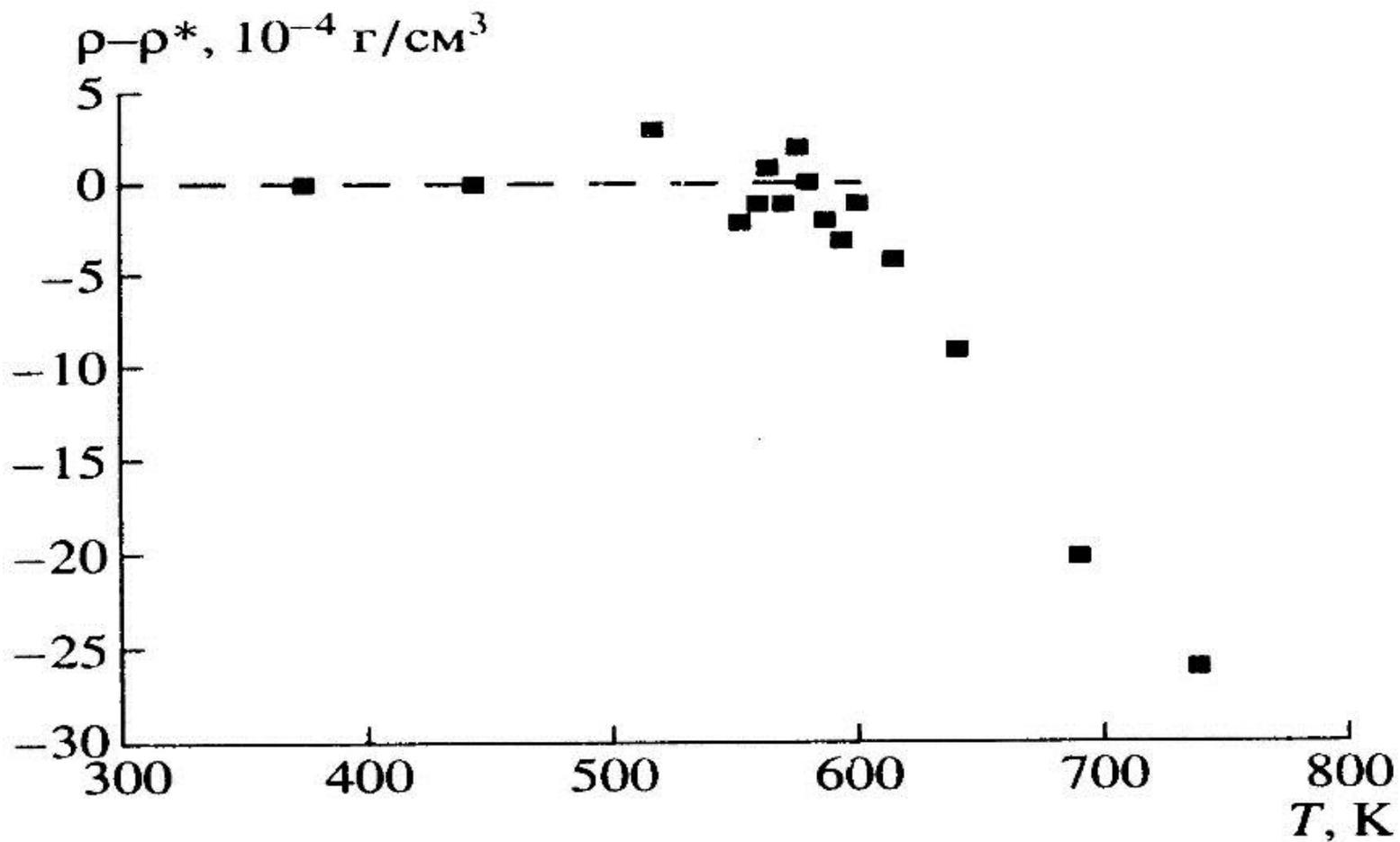


Рис.3. Отклонение плотности ρ жидкого цезия от аппроксимационной прямой в зависимости от температуры (по методике Сквородько С.Н.).

В 1990 году Благоднравовым Л.А. и Модхеном Ф. была разработана новая методика измерения адиабатического термического коэффициента давления (а.т.к.д.):

$$\gamma = \frac{1}{T} \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_S,$$

сутью которой было периодическое изменение (квазиадиабатического) давления.

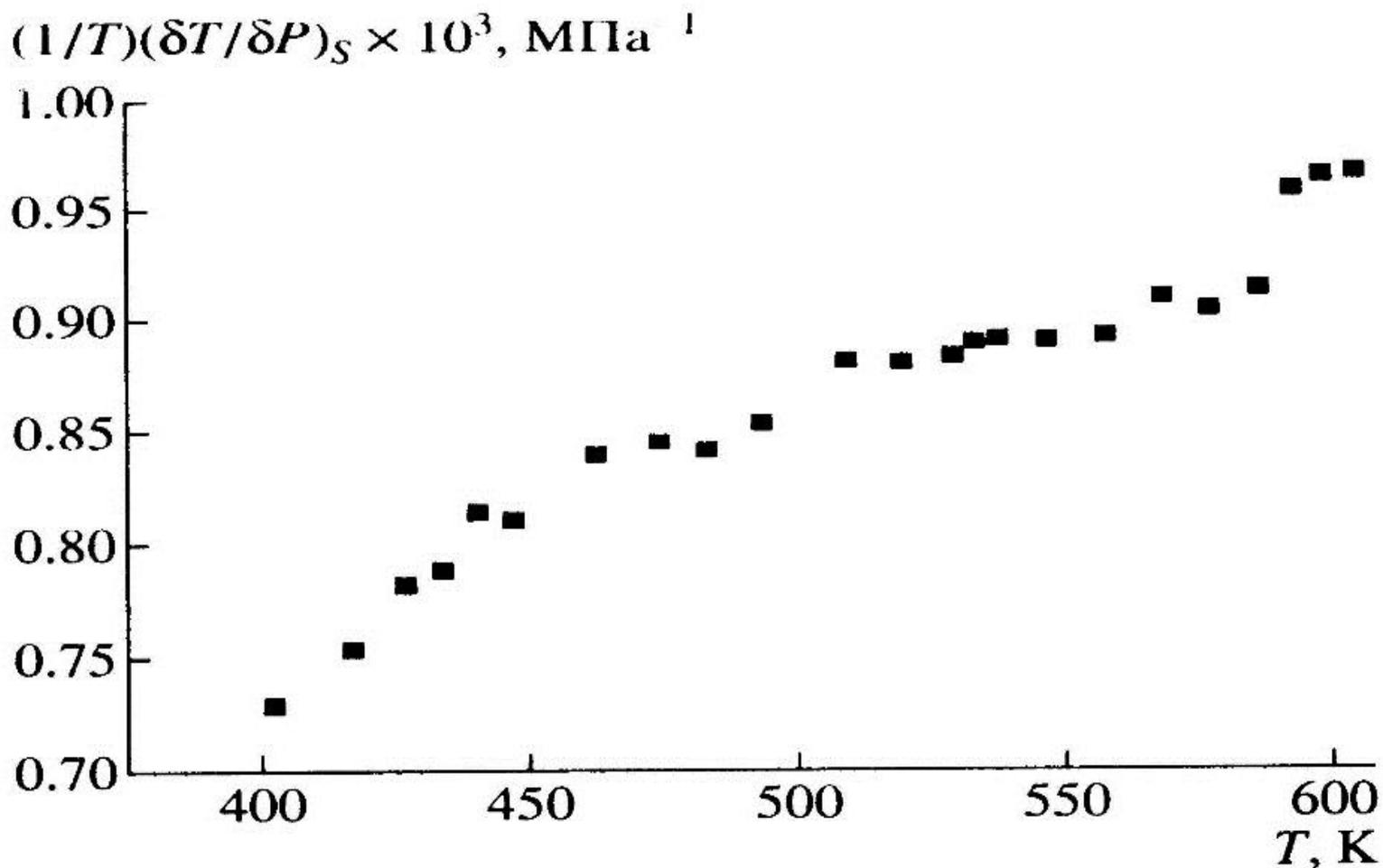


Рис.4. Температурная зависимость а.т.к.д. жидкого цезия (по методике Благоднравова Л.А. и Орлова Л.А.)

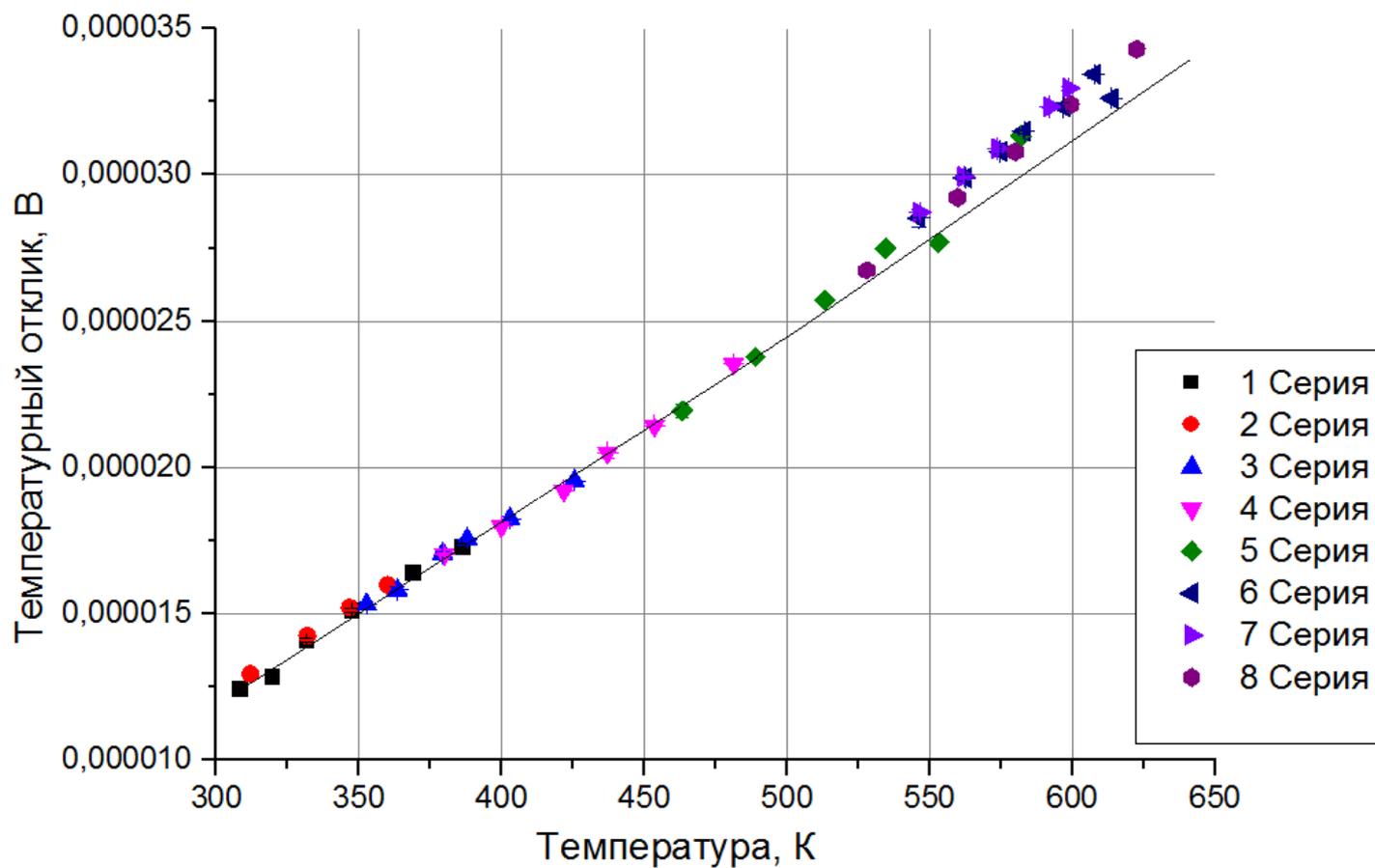


Рис.5. Зависимость температурного отклика от температуры (работа Моденова А.А.)

Цель

Целью моей работы является повторение экспериментов усовершенствованным методом а.т.к.д., чтобы выявить проблемные стороны эксперимента и совершенствовать процедуру измерений, сведя к минимуму вклады всех основных источников погрешности.

Усовершенствованная методика измерения а.т.к.д.

Адиабатический термический коэффициент давления $\gamma = \frac{1}{T} \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_s$ равен отношению коэффициента теплового расширения к теплоемкости единицы объема $\frac{\alpha_p}{C_p \rho}$:

$$\frac{1}{T} \left(\frac{\Delta T}{\Delta P} \right)_s = \frac{\alpha_p}{C_p \rho}$$

Величины: температура образца, амплитуда колебаний давления и амплитуда колебаний температуры, измеряются одновременно

Установка

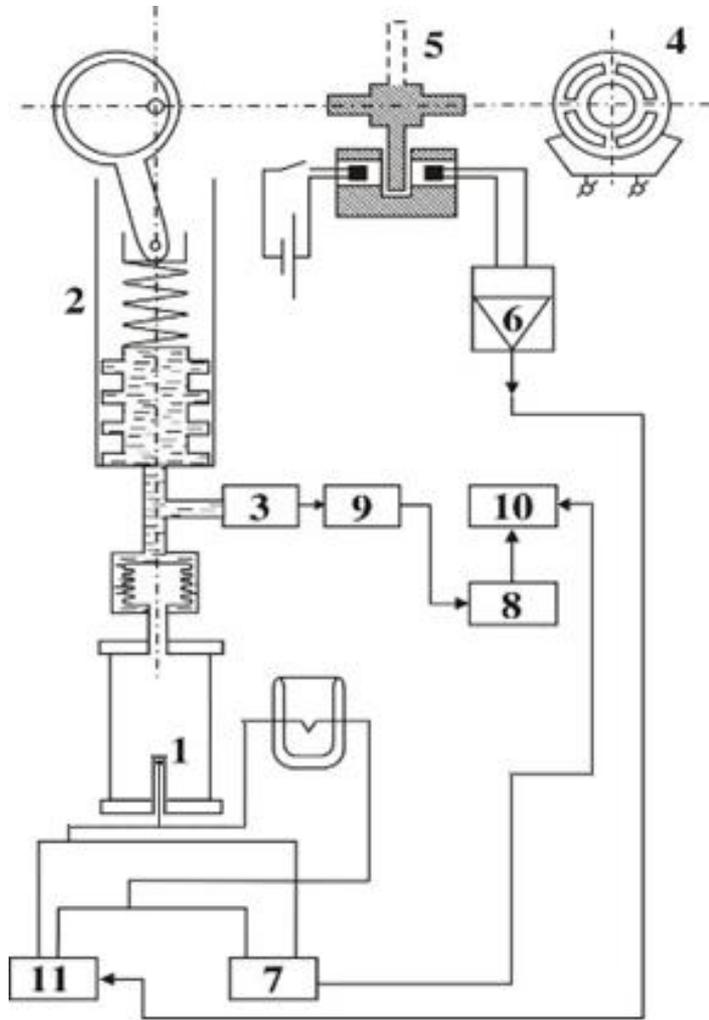


Рис.6. Схема установки для измерения а.т.к.д. жидких металлов: 1 – исследуемый образец, 2 – генератор периодической составляющей давления, 3 – датчик давления, 4 – электродвигатель, 5 – формирователь тактовых сигналов, 6 – усилитель сигнала фотодиода, 7 – цифровой микровольтметр Fluke8845, 8 – аналогово- цифровой преобразователь, 9 – усилитель Unipan, 10 – компьютер, 11 – прецизионный нановольтметр SR – 810.

Модернизация установки

Емкость пары полярных суперконденсаторов, соединенных таким образом, чтобы получить неполярный конденсатор, была уменьшена в 5 раз (до 1Ф каждый), с целью уменьшить время зарядки конденсатора и, соответственно, длительность одного измерения.

Калибровка нановольтметра SR-810

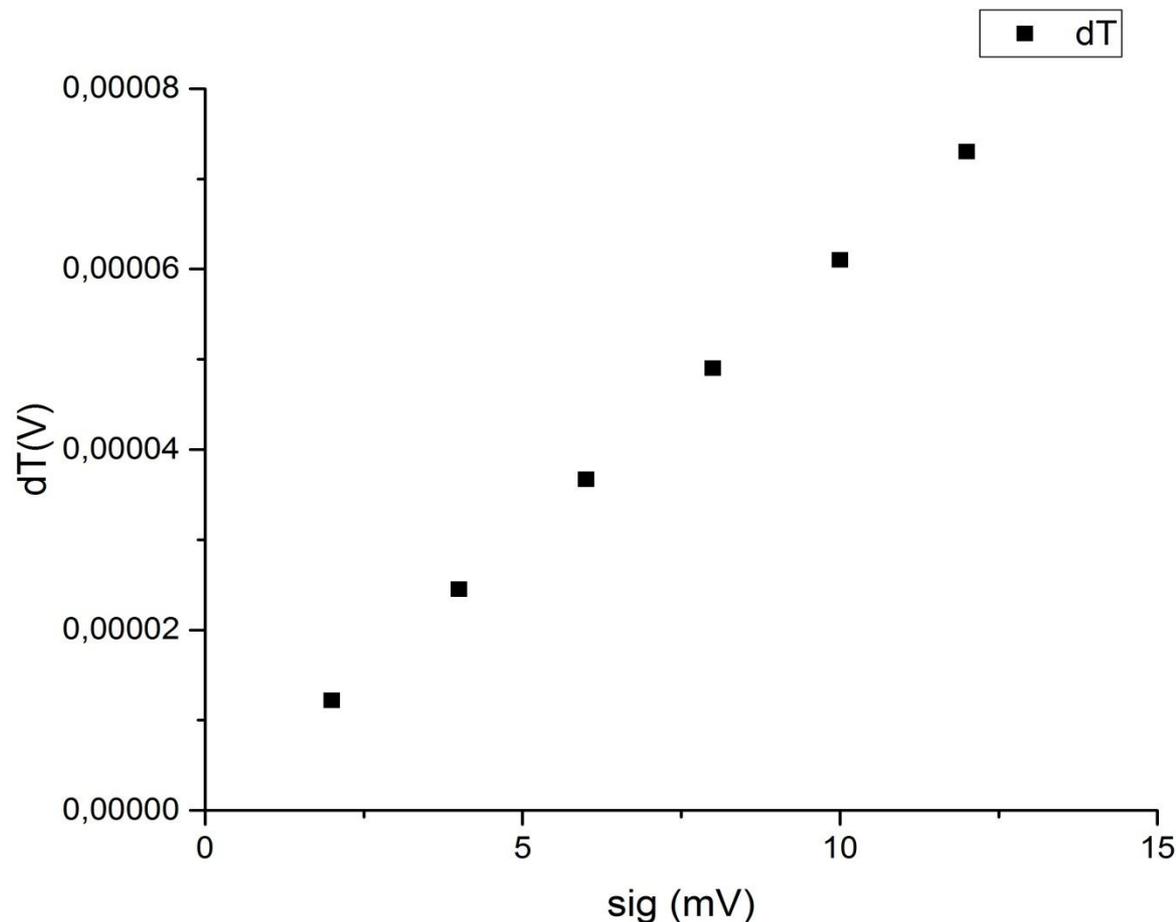


Рис.7. Калибровка усилителя (SR-810) с помощью генератора с участием генератора стандартных сигналов АКПП 4302/а

Измерения колебаний температуры

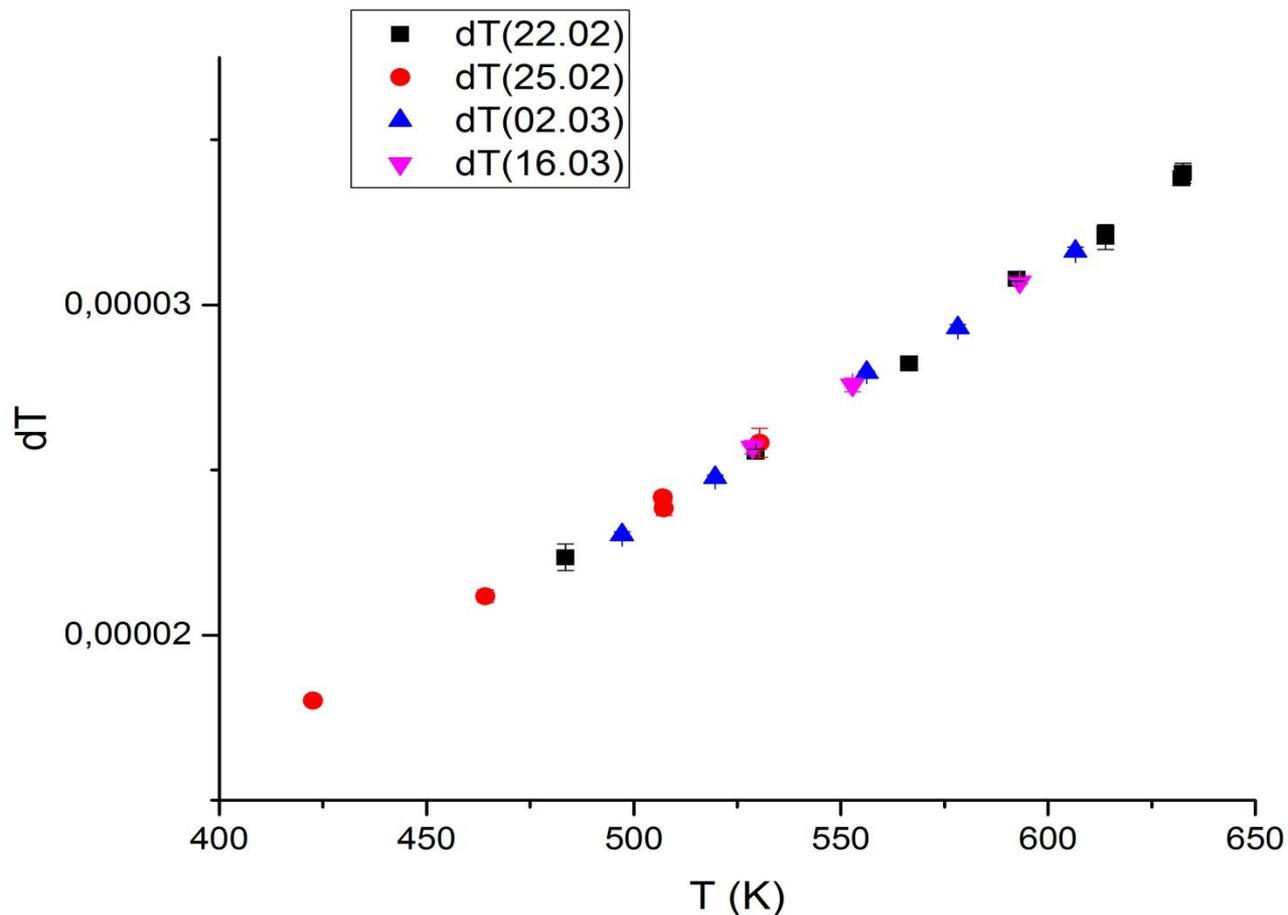


Рис.8. Зависимость температурного отклика от температуры образца

Исследование результатов колебаний температуры

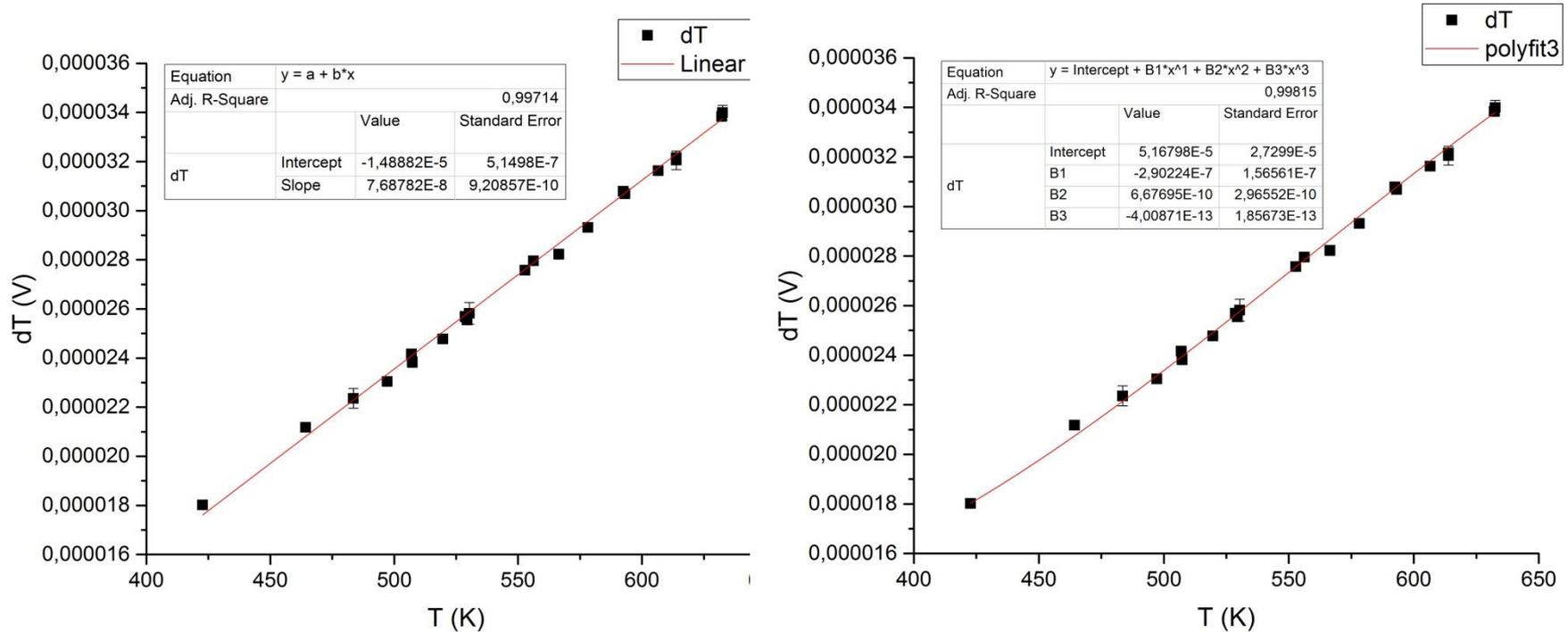


Рис.9. Аппроксимация температурных колебаний кривыми 1-го и 3-го порядка

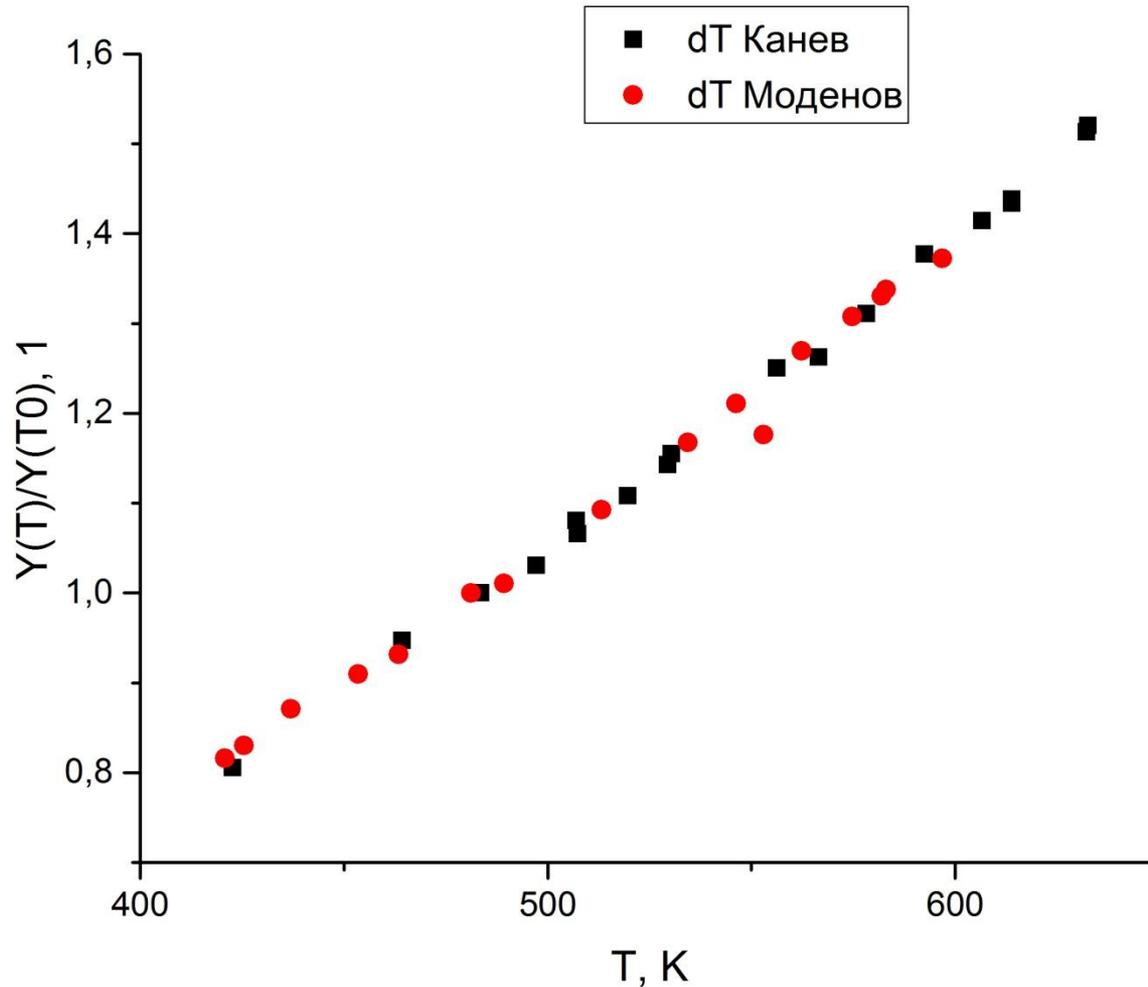


Рис.10. Сравнение результатов температурных колебаний температуры Моденова А.А. и Канева А.И. в относительных величинах

Измерения амплитуды колебаний

давления

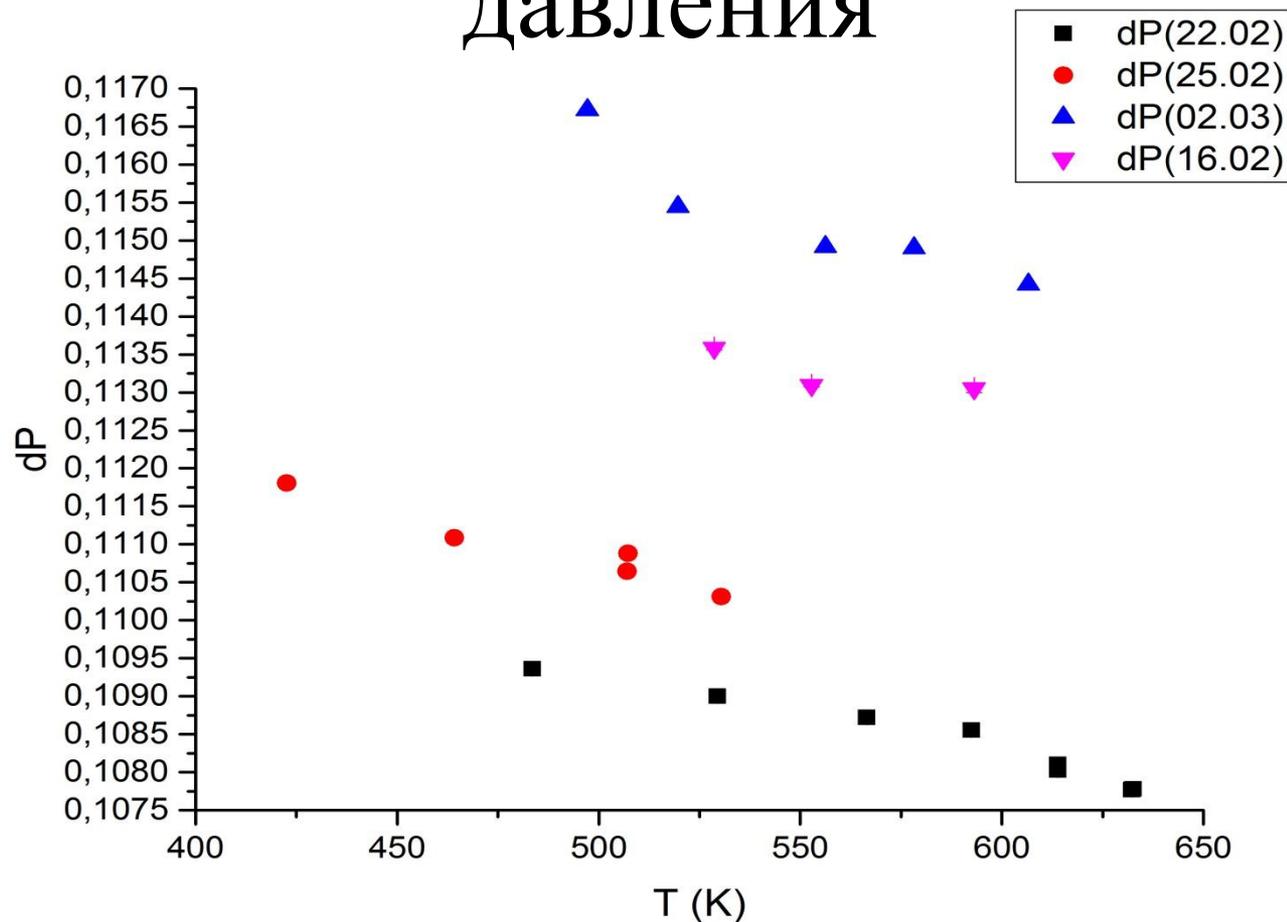


Рис.11. Зависимость амплитуды колебаний давления от температуры

Заключение

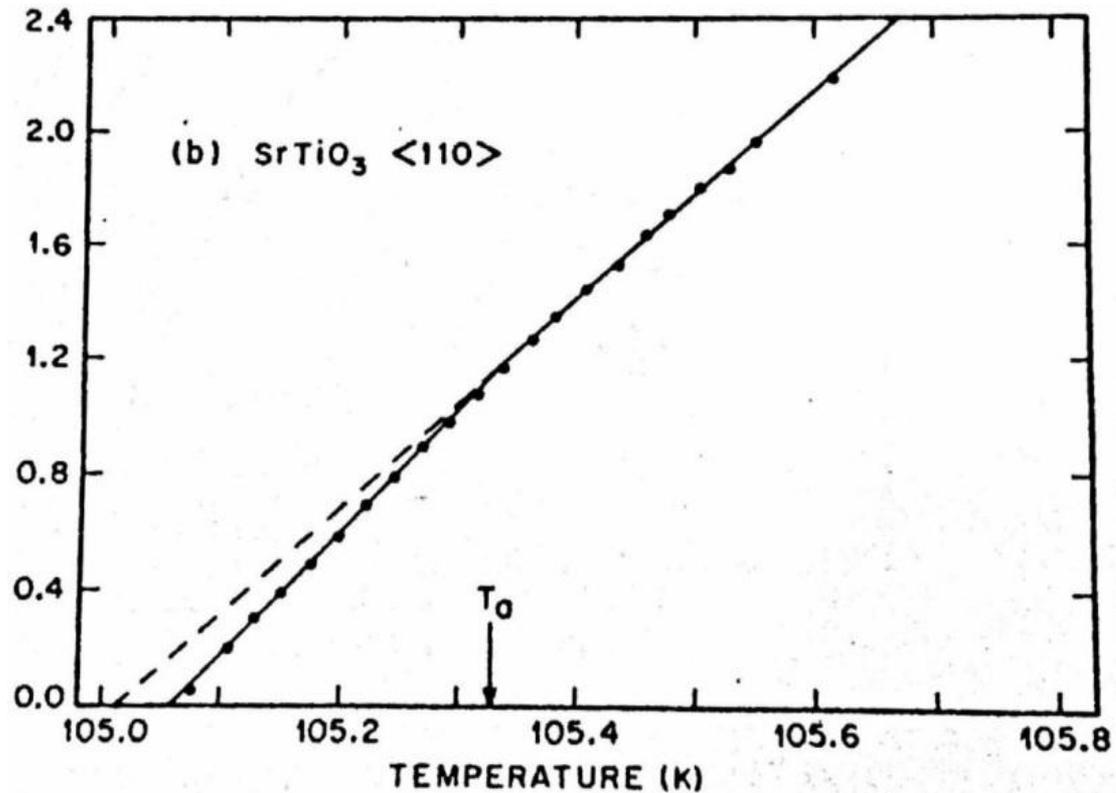


Рис. 12. Температурная зависимость коэффициента теплового расширения в титанате стронция.

Выводы

1. Определена термодинамическая производная $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_S$ цезия в интервале температур 300-620 К с погрешностью менее 1%. Полученные результаты хорошо согласуются с данными, полученными Моденовым А.А., что свидетельствует о стабильности данных, получаемых на установке.
2. Данные, полученные для подтверждения аномальных скачков производной $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_S$ недостаточны. Желательна организация измерений производной $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_S$ с достигнутой точностью на рубидиевых образцах с целью получения дополнительных данных о возможных аномалиях.

Благодарности

- Льву Александровичу Благоднравову
- Моденову Антону
- Соболевой Анне

Спасибо за внимание!