



**ВНИИМ**

ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева"

## Проведение ресурсных испытаний средств измерений температуры при определении межповерочного интервала

[www.vniim.ru](http://www.vniim.ru)

*Докладчик: к.т.н. ФУКСОВ В.М. ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»*



**РСТ**

**ВНИИМ**

им. Д.И.Менделеева

# Оценка интервалов между поверками до Приказа Росстандарта № 1502



## Оценка интервалов между поверками до Приказа Росстандарта № 1502

Расчет межповерочных интервалов проводится в соответствии с РМГ 74-2004 «Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений»

Одним из способов оценки МПИ является расчет согласно раздела А.5 Приложения: Методика ориентировочной оценки первичного межповерочного или межкалибровочного интервала по нормируемым показателям надежности средств измерений (расчет по вероятности безотказной работы СИ  $P(t)$  за время (наработку)  $t$ ).

Для веерного случайного процесса:

$$T_{\text{МП1}} = t \cdot \frac{\ln \left( \frac{\Delta_{\text{э}}}{\lambda_p \sigma_0} \right)}{\ln \left( \frac{\Delta}{\lambda_{p(t)} \sigma_0} \right)}$$

$t$  - наработка до первого метрологического отказа;

$\Delta_{\text{э}}$  – пределы допускаемой погрешности СИ в реальных условиях его эксплуатации;

$\Delta$  – пределы допускаемой погрешности СИ;

$\sigma_0$  - СКО распределения погрешности градуировки СИ;

$\lambda_p$  – квантиль нормального распределения.

Для линейного случайного процесса:

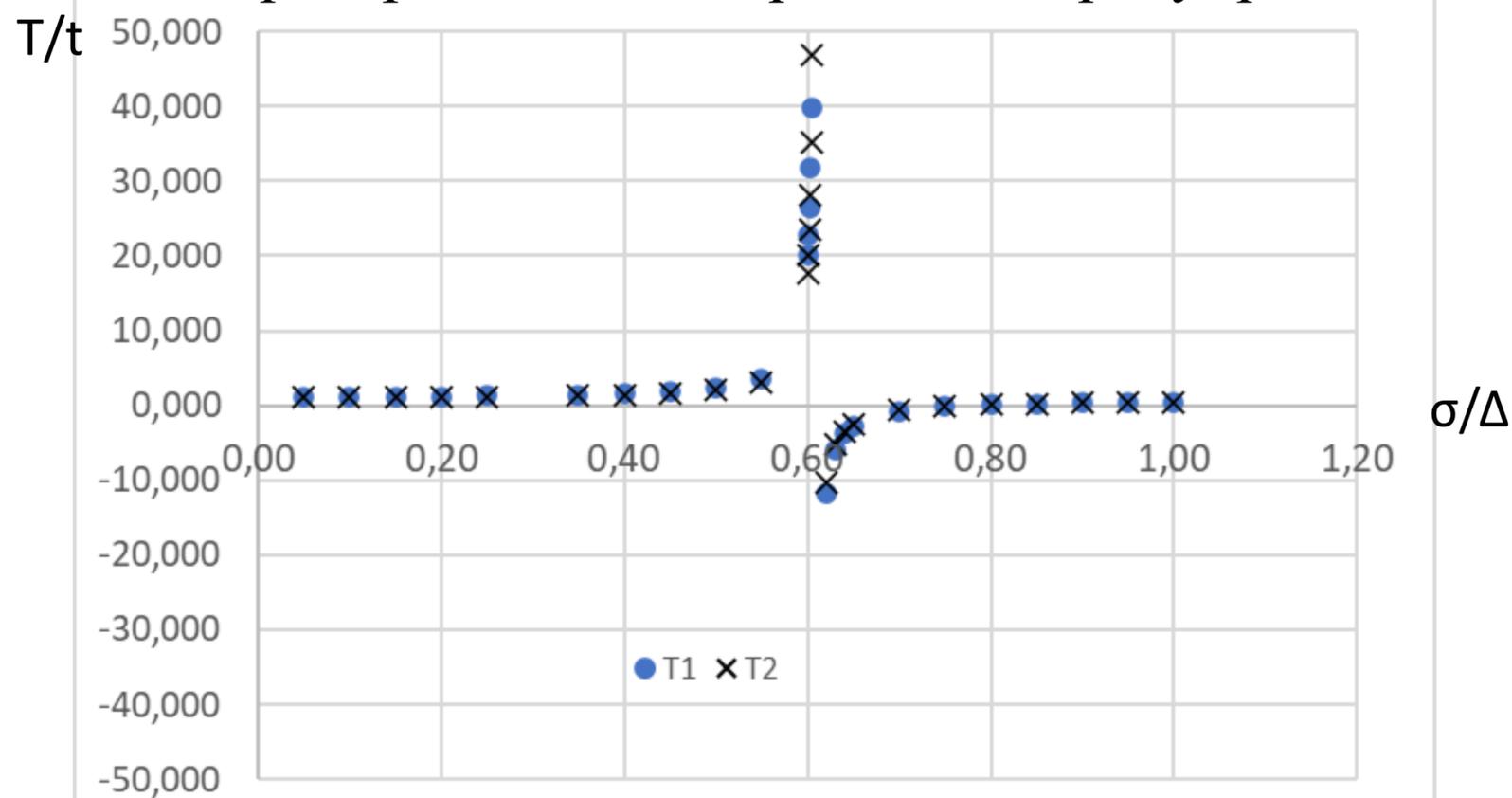
$$T_{\text{МП2}} = t \cdot \frac{\Delta_{\text{э}} - \lambda_p \sigma_0}{\Delta - \lambda_{p(t)} \sigma_0}$$

# Оценка интервалов между поверками до Приказа Росстандарта № 1502

Расчет, проведенный по РМГ 74-2004 при параметрах  $\Delta_s = \Delta$ ,  $\lambda = \lambda_p$ :

$$T_{МП1} = t; \quad T_{МП2} = t$$

Если вероятность метрологических отказов в общем потоке отказов  $q = 0,5$  ( $P(t)=0,9$   $P_M(t) = 0,95$ ), то квантили нормального распределения  $\lambda = 1,282$  и  $\lambda_p = 1,645$ , а график функции зависимости МПИ от относительного СКО распределения погрешности градуировки СИ примет вид:



## Оценка интервалов между поверками до Приказа Росстандарта № 1502

Второй способ: методика ориентировочной оценки первичного межповерочного или межкалибровочного интервала по нормируемым показателям надежности средств измерений (расчет по средней наработке до первого метрологического отказа).

Для веерного случайного процесса:

$$T_{\text{МП1}} = t \cdot \frac{\ln\left(\frac{\Delta_{\text{э}}}{\lambda_p \sigma_0}\right)}{\ln\left(\frac{\Delta}{\sigma_0} + 0,635\right)}$$

Для линейного случайного процесса:

$$T_{\text{МП2}} = t \cdot \frac{\Delta_{\text{э}} - \lambda_p \sigma_0}{\Delta}$$

*t* - наработка до первого метрологического отказа;

$\Delta_{\text{э}}$  - пределы допускаемой погрешности СИ в реальных условиях его эксплуатации;

$\Delta$  - пределы допускаемой погрешности СИ;

$\sigma_0$  - СКО распределения погрешности градуировки СИ;

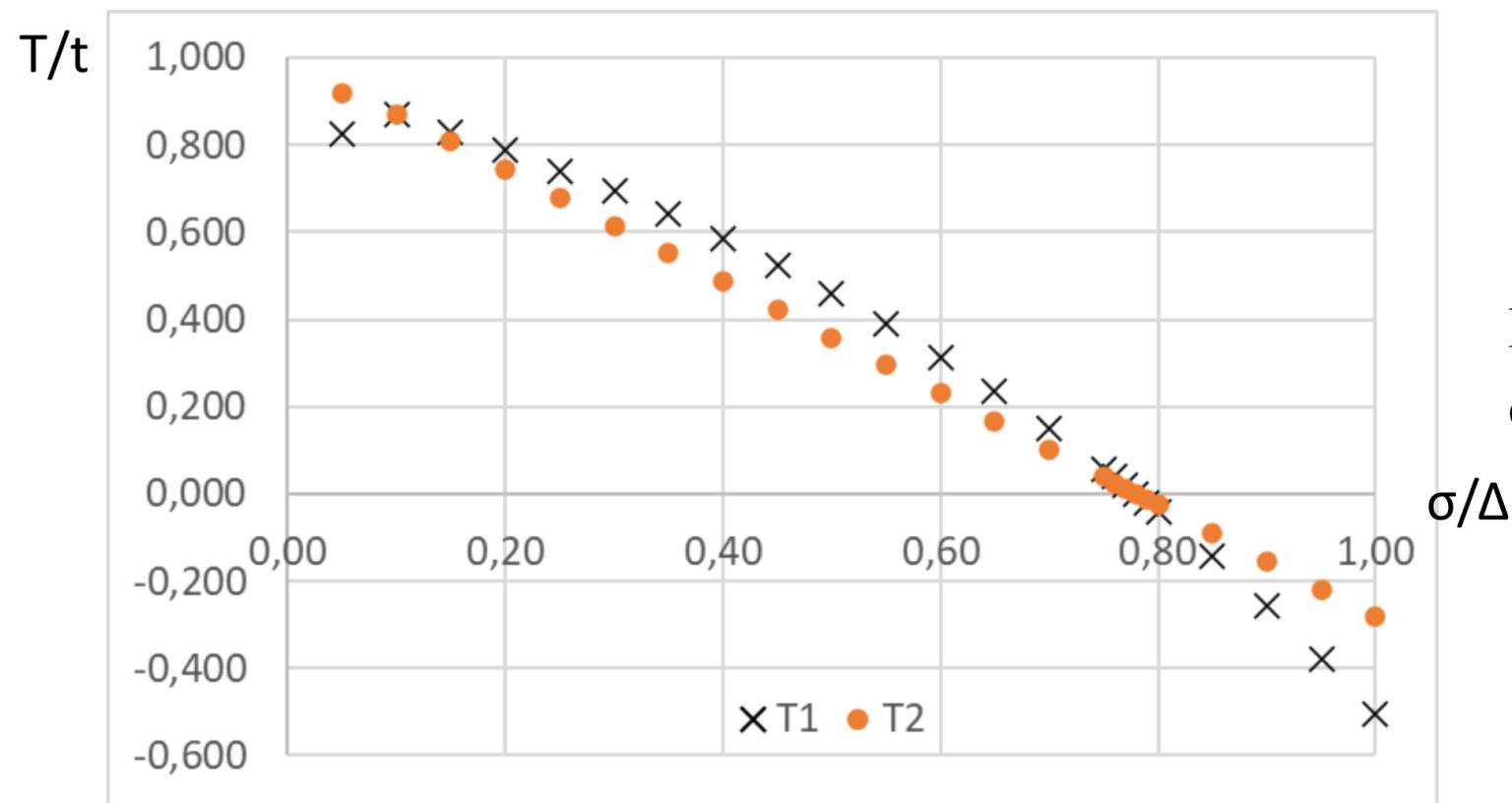
$\lambda_p$  - квантиль нормального распределения.

# Оценка интервалов между поверками до Приказа Росстандарта № 1502

Расчет, проведенный по РМГ 74-2004 при параметрах  $\Delta_s = \Delta$ ,  $\sigma_0 = \Delta/3$ ,  $\lambda_p = 1,645$ :

$$T_{МП1} = t \cdot \frac{\ln\left(\frac{3}{1,645}\right)}{\ln(3,635)} = 0,466 \cdot t; \quad T_{МП2} = t \cdot 1 - \frac{1,645}{3} = 0,452$$

Если СКО распределения погрешности градуировки СИ произвольное:



Начиная со значения  $\sigma_0/\Delta = 0,78$ , МПИ становится отрицательным

# Оценка интервалов между поверками до Приказа Росстандарта № 1502

Приборы скважные DataCan, рег. № 54696-13 (для измерений температуры и избыточного давления), испытанные ЗАО КИП «МЦЭ» получили МПИ, равный **15 годам**.

## Метрологические и технические характеристики

Верхний предел измерений избыточного давления (далее – ВПИ) <sup>1</sup> , МПа	от 20,68 до 206,8
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений избыточного давления, %, не более	± 0,02
Диапазон измерений температуры жидкости <sup>1</sup> , °С	от минус 20 до плюс 225
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры жидкости, °С, не более	± 0,25
Дискретность показаний избыточного давления жидкости, МПа	0,00006 % от ВПИ
Дискретность показаний измерения температуры жидкости, °С	0,005
Напряжение электропитания от батареи, В	от 9 до 28
Рабочие условия эксплуатации:	
- избыточное давление жидкости, МПа	от 0 до 206,8
- температура окружающей среды, °С	от минус 20 до плюс 225



## Оценка интервалов между поверками до после выхода Приказа Росстандарта № 1502 и до выхода МИ 3676-2023

Приказ Росстандарта от 02.07.2019 № 1502 «Об утверждении рекомендуемых предельных значений интервалов между поверками средств измерений» в значительной степени упорядочил установление МПИ для различных категорий средств измерений, оставив ряд «лазеек»:

- Использование «рекомендованности» предельных интервалов (можно было обосновать установление МПИ выше, чем в Приказе);
- Игра слов с наименованиями СИ (вместо «измерители» можно использовать термин «датчики», «регистраторы», «логгеры», «преобразователи» и пр.);
- Утверждение типов СИ без периодической поверки.



## Основные положения МИ 3676-2023

Перед началом исследований должна быть разработана и утверждена методика определения МПИ СИ.

Типовая методика определения МПИ СИ, распространяющаяся на однотипные средства измерений разрабатывается государственными научными метрологическими центрами. Рекомендовано согласовывать методику с комиссиями по видам измерений при Росстандарте.

Методика определения МПИ СИ утверждается испытательным центром.

Все методики должны быть согласованы с Росстандартом.

## Основные положения МИ 3676-2023

Процедуры определения МПИ:

- анализ конструкции СИ;
- анализ информации о комплектующих изделиях и материалах из состава СИ;
- анализ производства СИ;
- обоснование показателей метрологической надежности СИ;
- анализ порядка предоставления и обеспечения производителем СИ гарантийных обязательств, послегарантийного обслуживания и ремонта СИ;
- анализ условий применения СИ;
- анализ области применения СИ;
- анализ сведений о результатах поверок;
- проведение теоретических и экспериментальных исследований поведения НМХ СИ в зависимости от времени эксплуатации и условий применения СИ;
- обработка информации, в том числе измерительной, для оценивания предельного допустимого значения МПИ СИ;
- принятие решений об обоснованном назначении рекомендуемого МПИ СИ.

Определение понижающих коэффициентов

Основная часть испытаний



## НИР «Надежность»

НИР «Надежность» «Совершенствование расчетно-экспериментальных методов определения интервалов между поверками средств измерений» была проведена ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в 2023 году.

В рамках НИР были разработаны и утверждены 5 типовых методик определения МПИ СИ, включая Типовую методику определения продолжительности интервалов между поверками термопреобразователей сопротивления с унифицированным выходным сигналом (МИ 3679-2023).



## Особенности ресурсных испытаний первичных преобразователей температуры

При испытаниях первичных преобразователей температуры (термопреобразователи сопротивления, термоэлектрические преобразователи):

- повышенную и пониженную температуру нельзя применить в качестве ускоряющего фактора;
- нет доказанных закономерностей по изменению погрешности СИ в процессе эксплуатации (изменение погрешности в процессе эксплуатации идти в положительную, так и в отрицательную сторону, и даже менять знак);
- есть возможность непрерывного контроля показаний СИ в процессе исследований.

## Пример проведения ресурсных испытаний СИ температуры

Было отобрано по 20 образцов СИ (были отобраны исполнения с минимальными границами допускаемой абсолютной погрешности измерений и с максимальным диапазоном измерений).

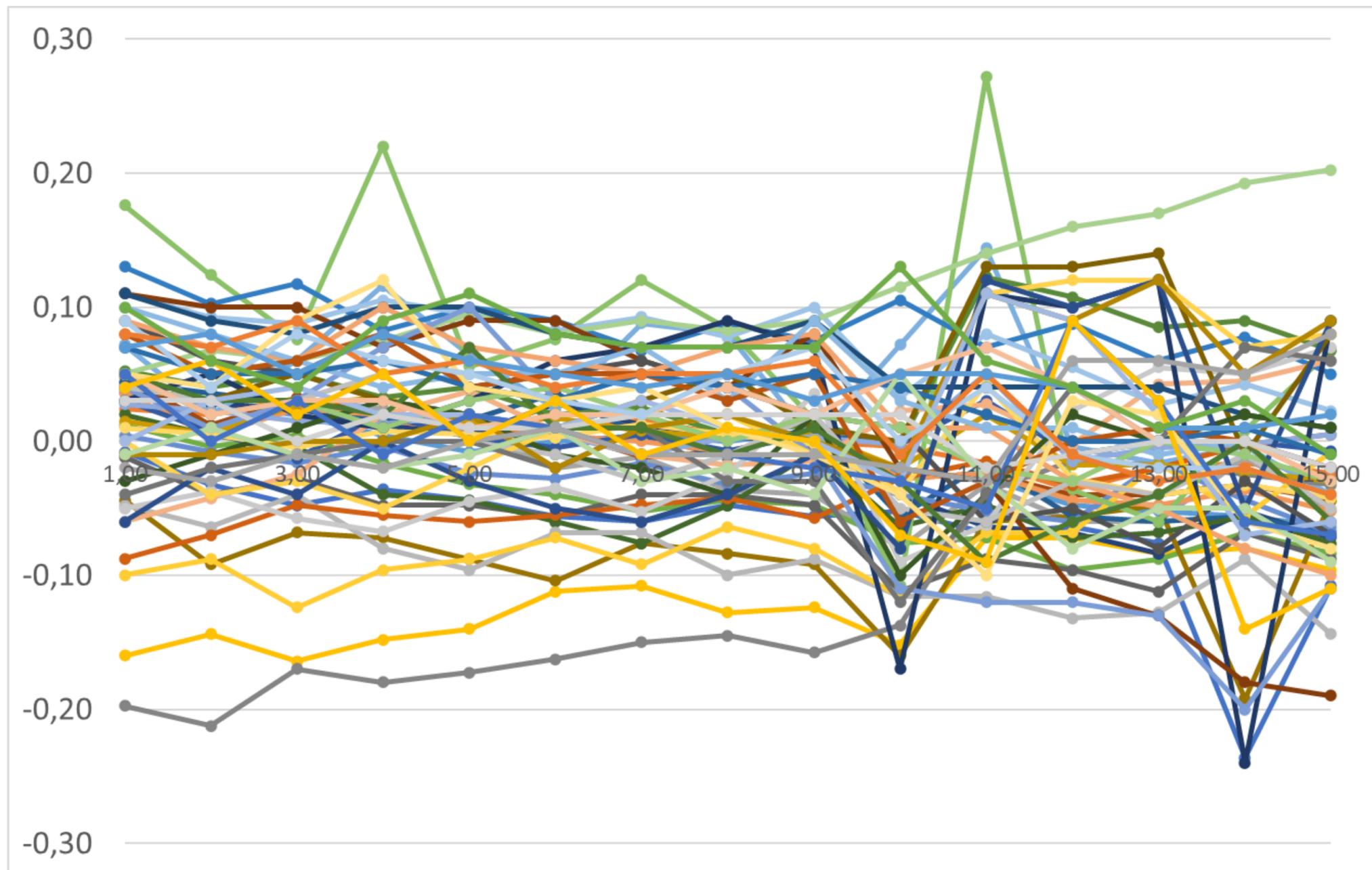
План исследований: одноступенчатый в два этапа: без ускоряющих факторов, с ускоряющим фактором в виде термоциклирования.

Испытания с ускоряющими факторами проводились по схеме:

- выдержка в течение 48 часов при постоянной температуре 150 °С,
- выдержка в течение 48 часов при постоянной температуре минус 10 °С,
- выдержка в течение 48 часов при постоянной температуре 50 °С.

# Пример проведения ресурсных испытаний СИ температуры

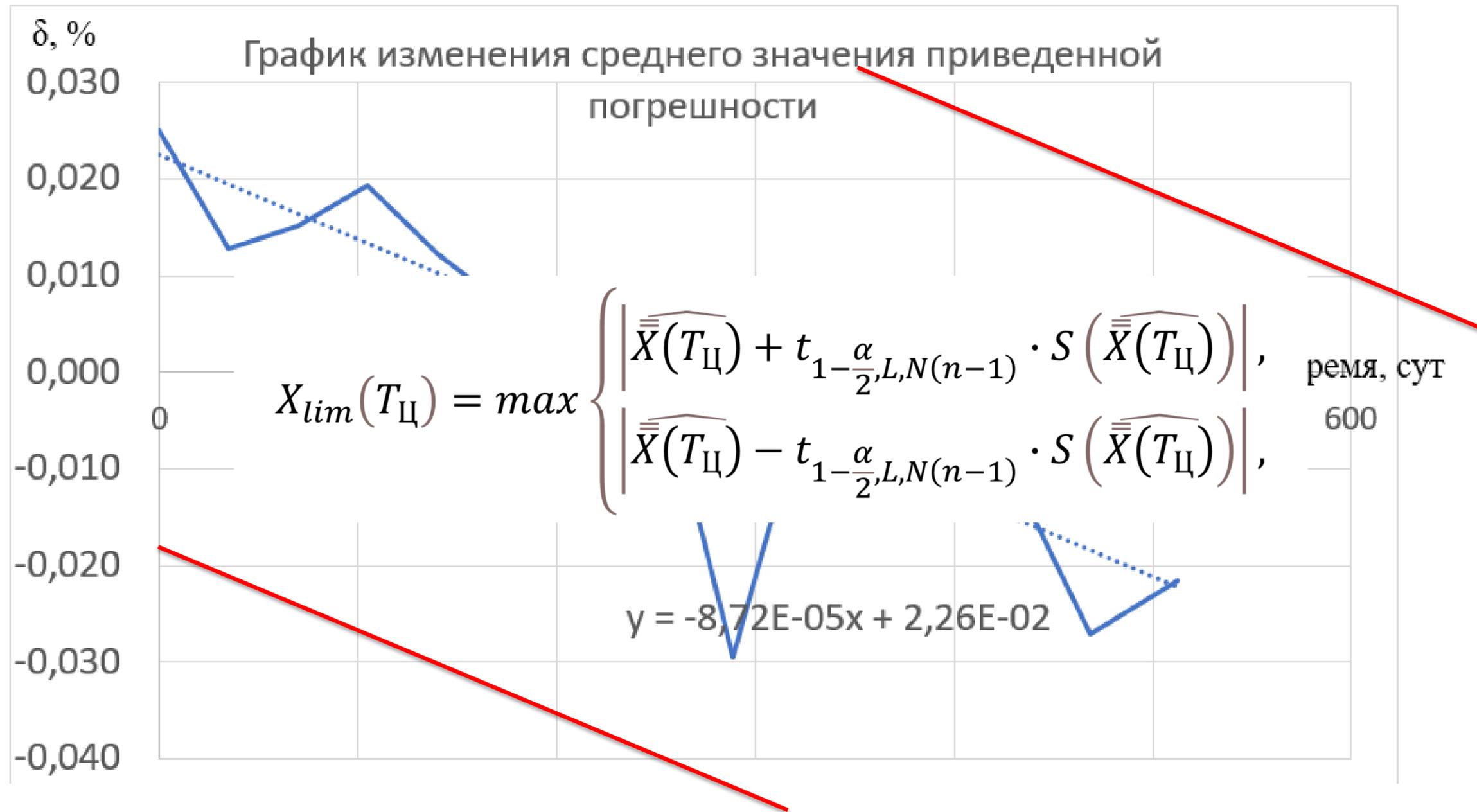
Результаты измерений по всем датчикам и контрольным точкам



|PCT|

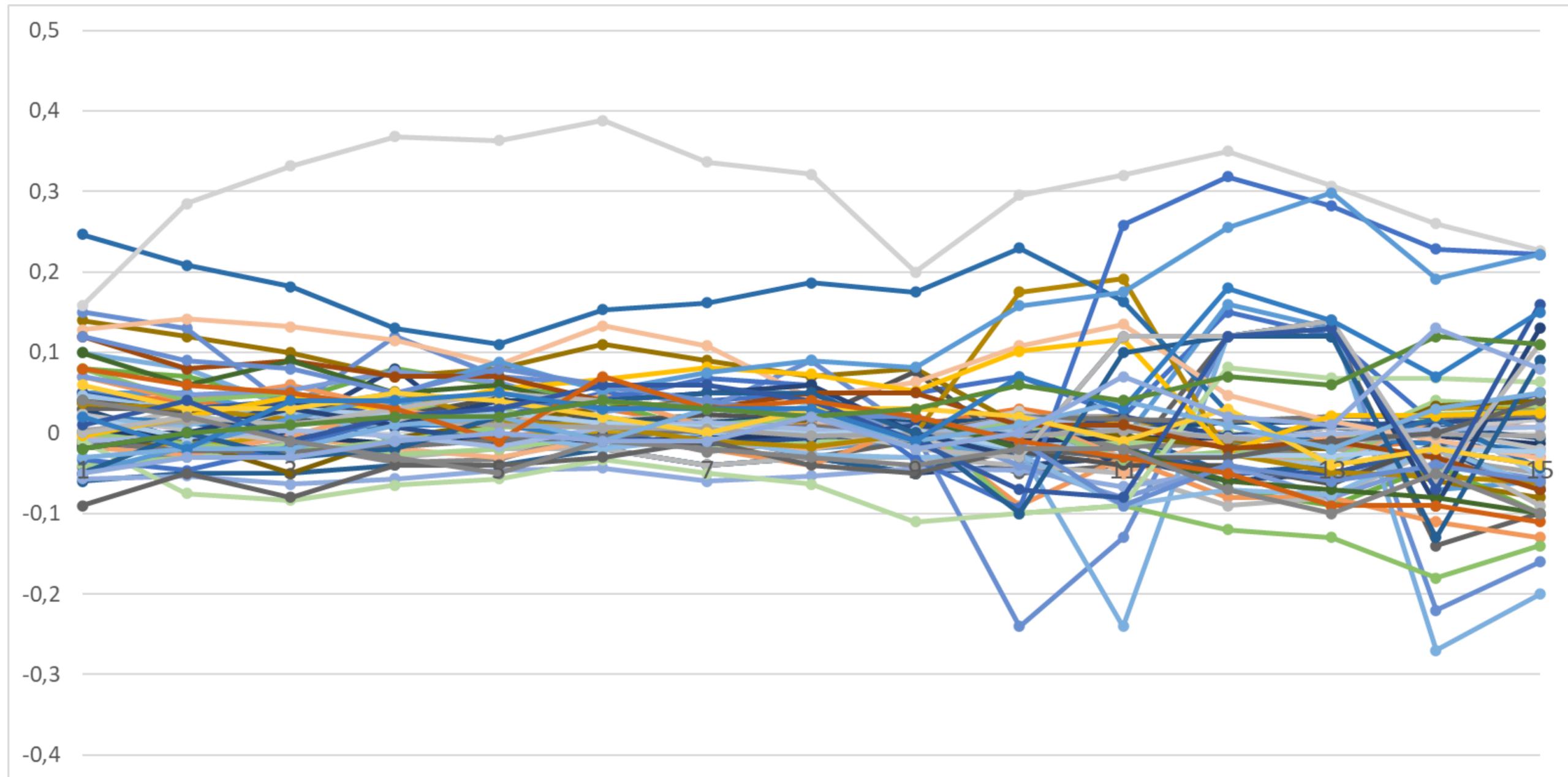
# Пример проведения ресурсных испытаний СИ температуры

## Первый тип СИ (результаты по 20 образцам)



# Пример проведения ресурсных испытаний СИ температуры

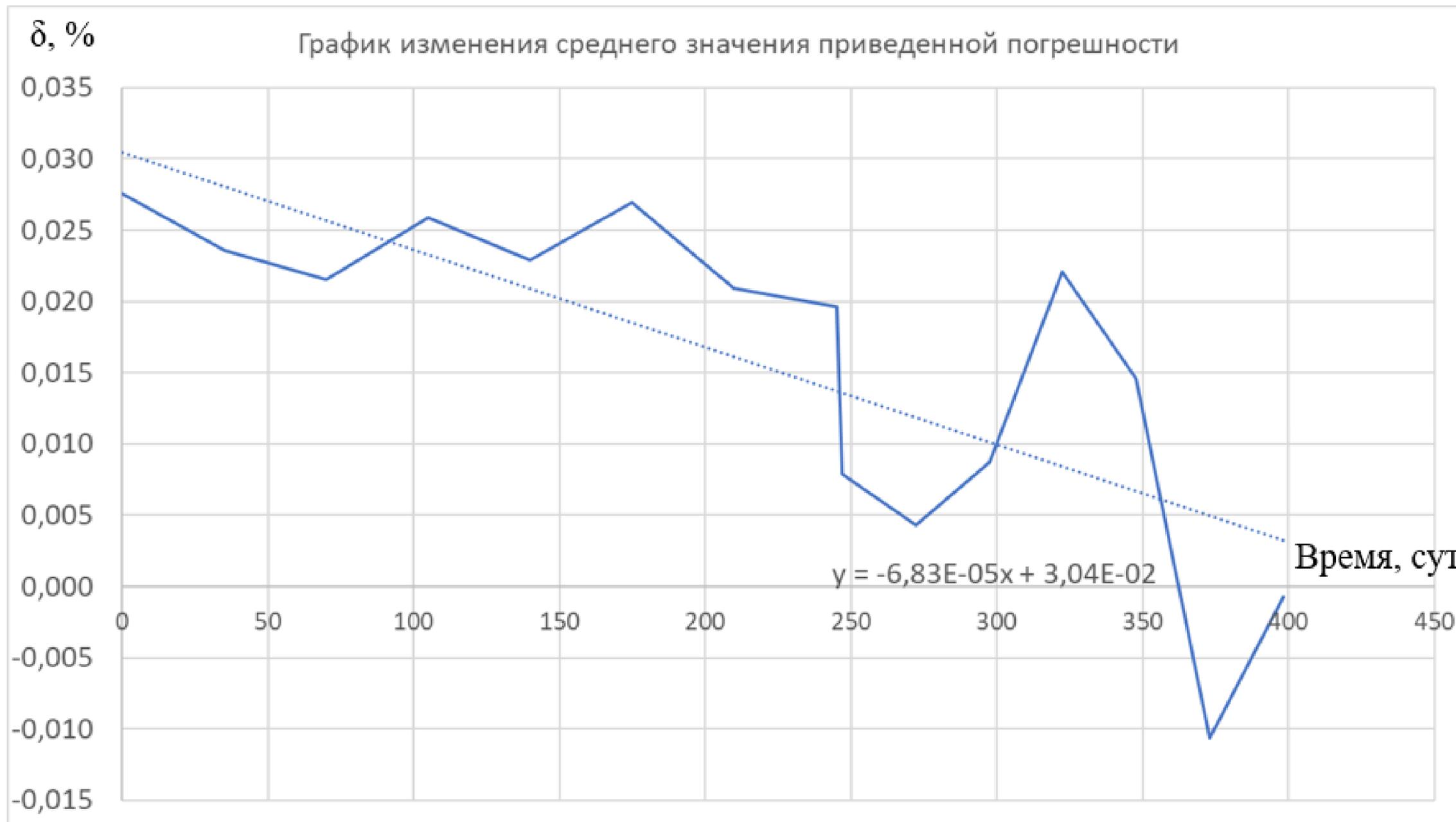
Результаты измерений по всем датчикам и контрольным точкам для второго типа СИ



.....|PCT|.....

# Пример проведения ресурсных испытаний СИ температуры

Второй тип СИ (результаты по 19 образцам)



## Пример проведения ресурсных испытаний СИ температуры

Максимальная приведенная погрешность за весь цикл исследований по первому типу СИ составил **0,272 %**, по второму – **0,388 %**.

Результаты определения интервала между поверками для первого типа СИ:

$$T_{\text{МПИ}} = T_{\text{ИСП}} \cdot k_{\text{над}} \cdot k_{\text{пр}} \cdot k_{\text{гар}} = 7 \cdot 0,8777 \cdot 0,95 \cdot 0,914 = 5,33 \text{ (лет)}$$

Результаты определения интервала между поверками для второго типа СИ:

$$T_{\text{МПИ}} = T_{\text{ИСП}} \cdot k_{\text{над}} \cdot k_{\text{пр}} \cdot k_{\text{гар}} = 6,5 \cdot 0,935 \cdot 0,95 \cdot 0,914 = 5,27 \text{ (лет)}$$

$k_{\text{над}}$  – коэффициент надежности (из анализа результатов периодических поверок),

$k_{\text{пр}}$  – коэффициент производства (из анализа производства),

$k_{\text{гар}}$  – коэффициент гарантийных обязательств



**ВНИИМ**

ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева"

**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ!**

[www.vniim.ru](http://www.vniim.ru)



**ВНИИМ**  
им. Д.И.Менделеева