



**ВНИИМ**

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

**Разработка высокотемпературных ампул реперных точек на основе эвтектических сплавов**

**Докладчик:  
Инженер 2 кат. лаборатории эталонов и научных исследований в области термометрии**

**Катышев Алексей Дмитриевич  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

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



**РСТ**

**ВНИИМ**

им. Д.И.Менделеева

## Место ампул реперных точек в термометрии

- ГЭТ-34 2020 состоит из двух комплексов: комплекс контактной (от 0,01 °С до 961,78 °С) и радиационной термометрии (от 961,78 °С до 3200 °С)
- Ампулы реперных точек широко применяются для воспроизведения температуры в области контактной и бесконтактной термометрии
- Ампулы включены в состав ГЭТ-34 2020, вторичных эталонов и эталонов 0-го разряда

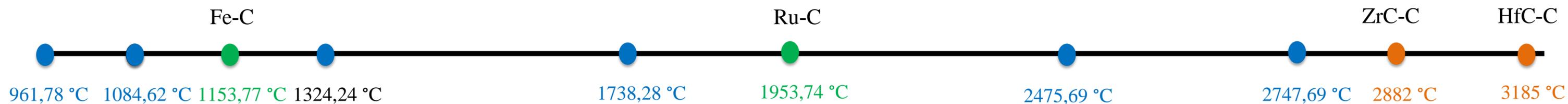
# Номенклатура реперных точек на основе эвтектических сплавов

«MeP-K relative primary thermometry (radiometry)»

ВТРТ	Термодинамическая температура, °C	U, K (k = 2)
Fe-C	1153,77	0,14
Co-C	1324,24	0,13
Pd-C	1491,90	0,16
Pt-C	1738,28	0,18
Ru-C	1953,74	0,24
Re-C	2474,69	0,35
WC-C	2747,69	0,40
ZrC-C	2882	
HfC-C	3185	

В рамках ОКР «Кельвин 3» будут разработаны и исследованы 4 ампулы реперных точек на основе эвтектических сплавов: **Fe-C, Ru-C, ZrC-C и HfC-C**

- Будут разработаны в рамках ОКР Кельвин 3
- Включены в состав ГЭТ-34 2020
- Будут разработаны в рамках ОКР Кельвин 3 (не установлено значение термодинамической температуры)



# Метрологические характеристики разрабатываемых ампул реперных точек

ВТРТ	Термодинамическая температура, °С	U, К (k = 2)
Fe-C	1153,77	0,2
Ru-C	1953,74	0,8
ZrC-C	2882	1,6
HfC-C	3185	1,8

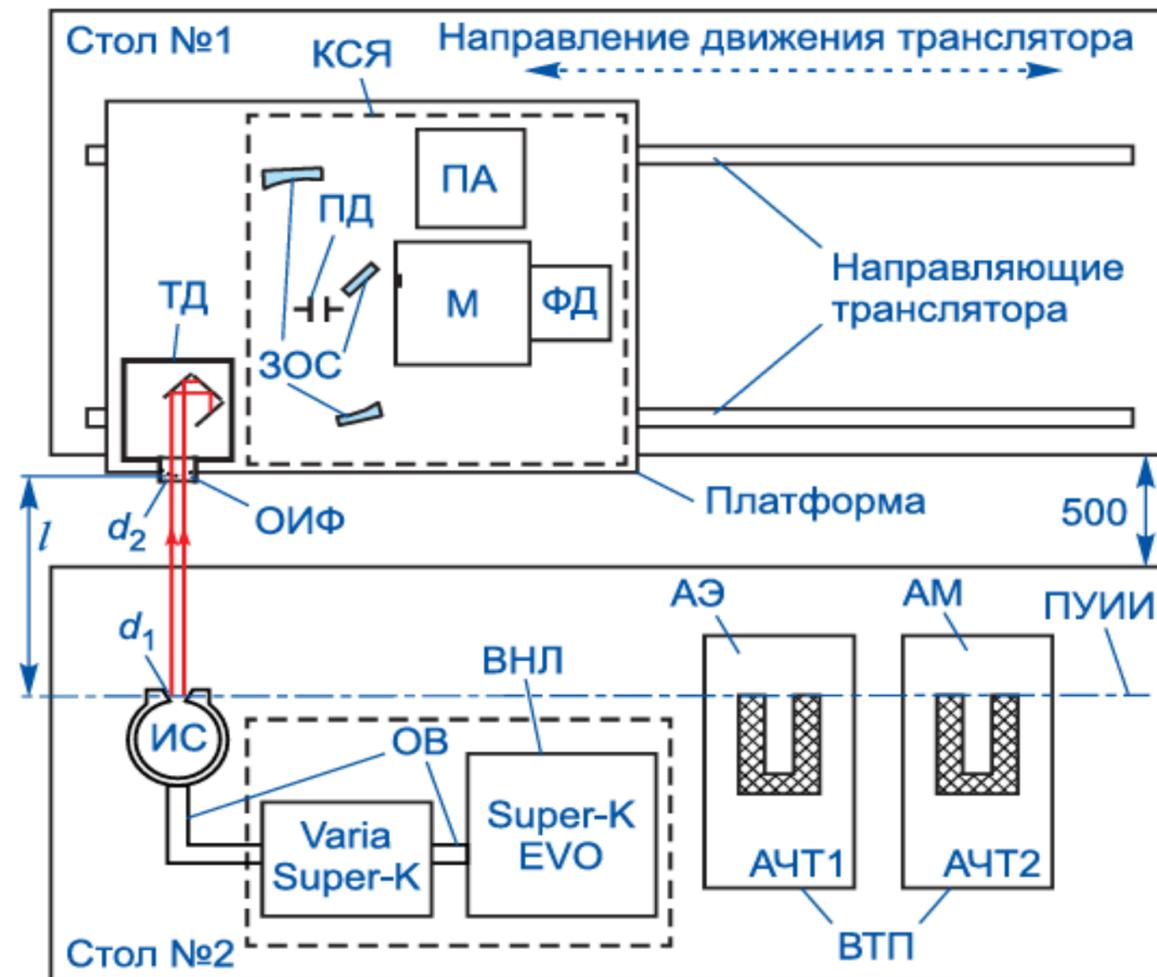
Изделие должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к эталонам единицы температуры уровня не ниже 0 разряда по ГПС

Научная ценность:

- Установление термодинамической температуры фазового перехода реперных точек
- Повышение точности измерения температуры путём улучшения интерполяции и отказом от экстраполяции в диапазоне выше WC-C

# Установка термодинамической температуры

## Установка термодинамической температуры в рамках ОКР



Измерение фототока трэп-детектора, вызванного потоком излучения в телесном угле, который определяется диафрагмами на выходе интегрирующей сферы и на входе трэп-детектора:  
АМ, АЭ – ампулы соответственно с металлом и эвтектикой; АЧТ1, АЧТ2 – абсолютно-чёрные тела; ВТП – высокотемпературная печь; ЗОС – зеркальная оптическая система; ИС – интегрирующая сфера; КСЯ – компаратор спектральных яркостей; М – монохроматор; ОИФ – оптический интерференционный фильтр; ПА – пикоамперметр; ПД – промежуточная диафрагма; ПУИИ – плоскость установки источников излучения; ФД – фотодиод;  $d_1$ ,  $d_2$  – диафрагмы; остальные обозначения те же, что на рис. 4

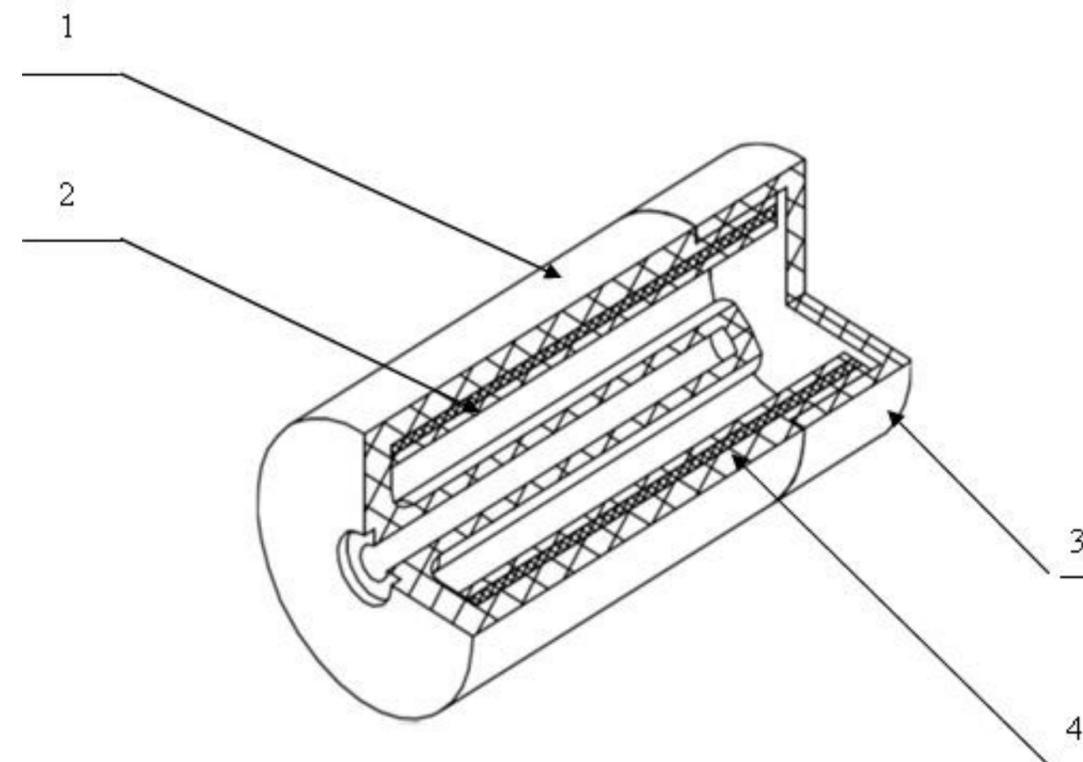
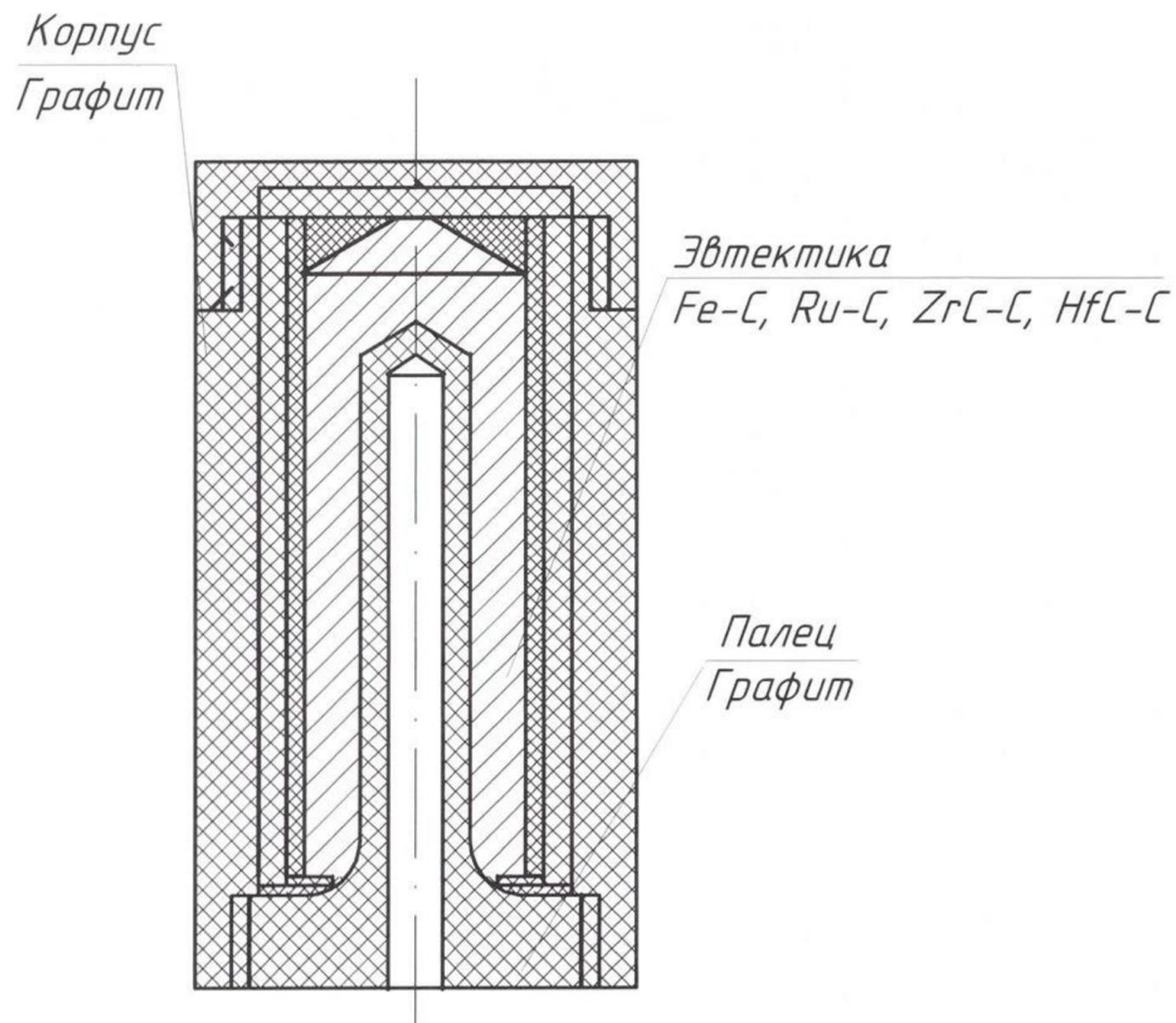
Метод практической передачи единицы температуры



Сличение компаратором плато фазового перехода эталонной ВТРТ и калибруемой ВТРТ



# Конструкция ампул реперных точек



1 – Тигель ампулы; 2 – Вкладыш; 3 – Крышка; 4 – Графитовая ткань.

Диаметр ампул, мм: 24

Длина ампул, мм: 50

Диаметр выходной диафрагмы излучающей полости, мм: 3

Масса ампул, кг, не более:

– Fe-C	0,15
– Ru-C	0,18
– ZrC-C	0,12
– HfC-C	0,20

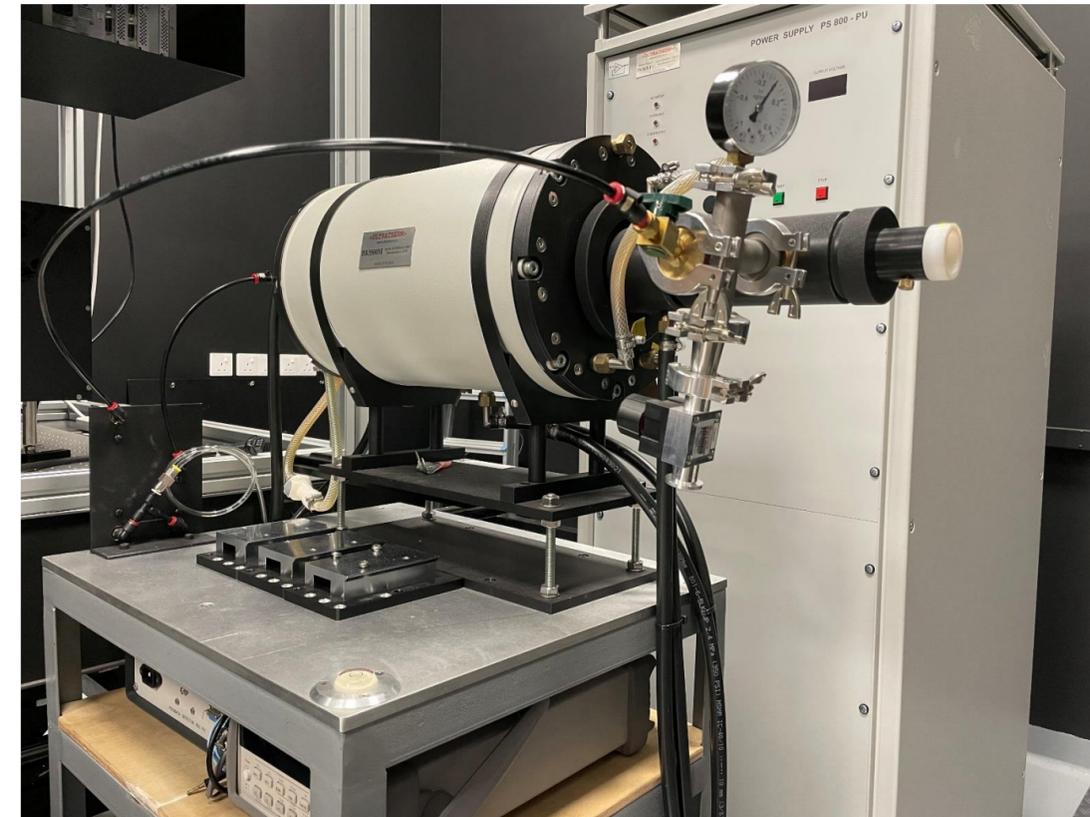
Требования к чистоте металла: не менее 4N (99,99 %)

## Серийное производство ампул для обеспечения единства измерений

- Ампулы могут быть включены в состав эталонов 0-го разряда в целях обеспечения единства измерений температуры
- Ампулы реперных точек могут применяться совместно с высокотемпературными горизонтальными печами:

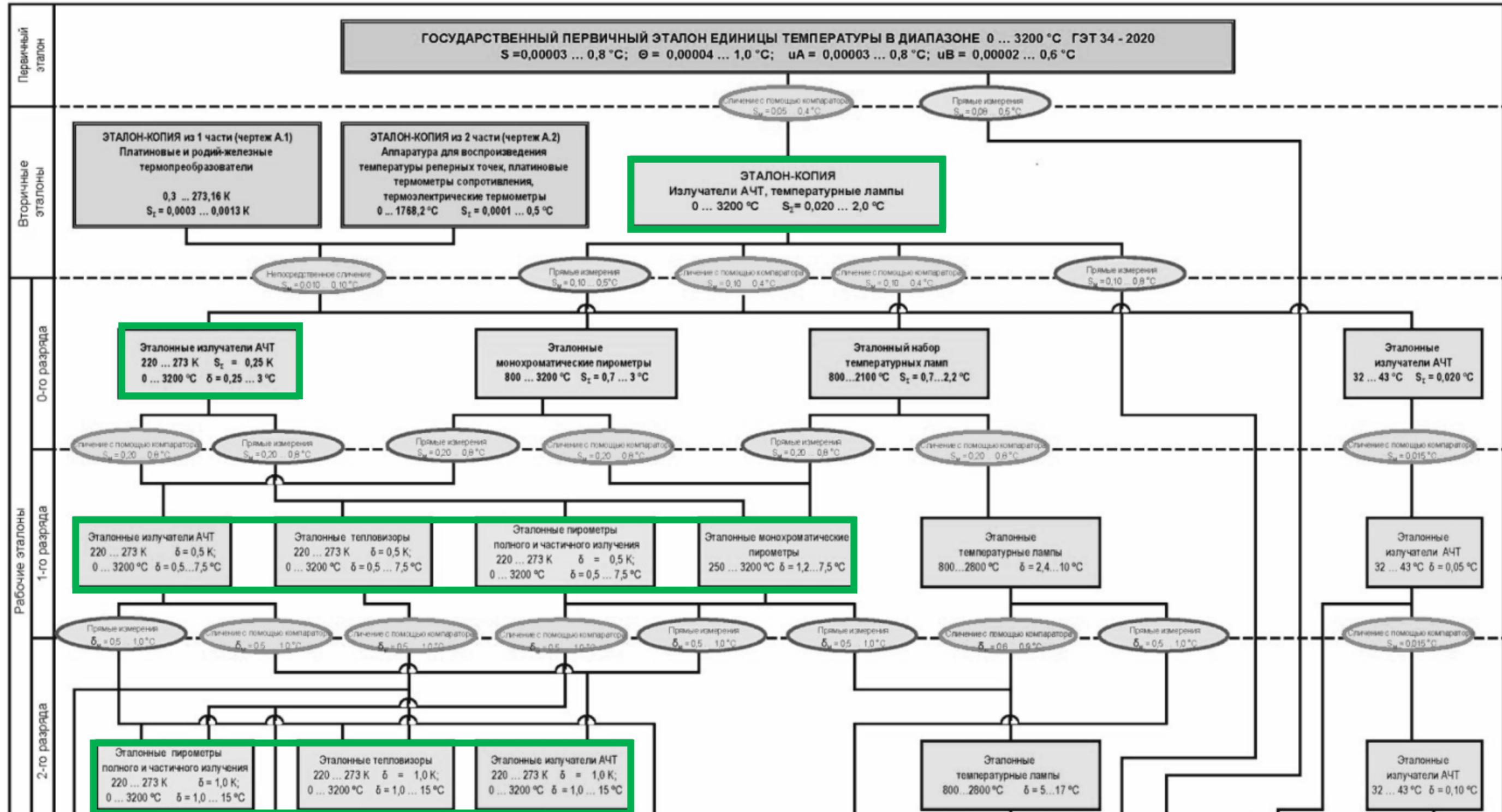


Печь АЧТ 30/900/2500 АО «НПП «Эталон»



Печь НТВВ 3500 «ВНИИОФИ»

# Передача единицы температуры по ГПС



## Заключение

- ❑ Разработка высокотемпературных реперных точек Fe-C, Ru-C, ZrC-C и HfC-C существенно расширит диапазон воспроизводимой температуры в соответствии с новым определением кельвина и будет способствовать повышению точности и достоверности передачи единицы температуры от Государственного первичного эталона нижестоящим эталонам и средствам измерений в диапазоне 961,78 °C до 3200 °C
- ❑ Установление термодинамической температуры реперных точек ZrC-C и HfC-C позволяют расширить номенклатуру ампул реперных точек
- ❑ Ампулы реперных точек могут быть включены в состав эталонов 0-го разряда в целях обеспечения единства измерений температуры



**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