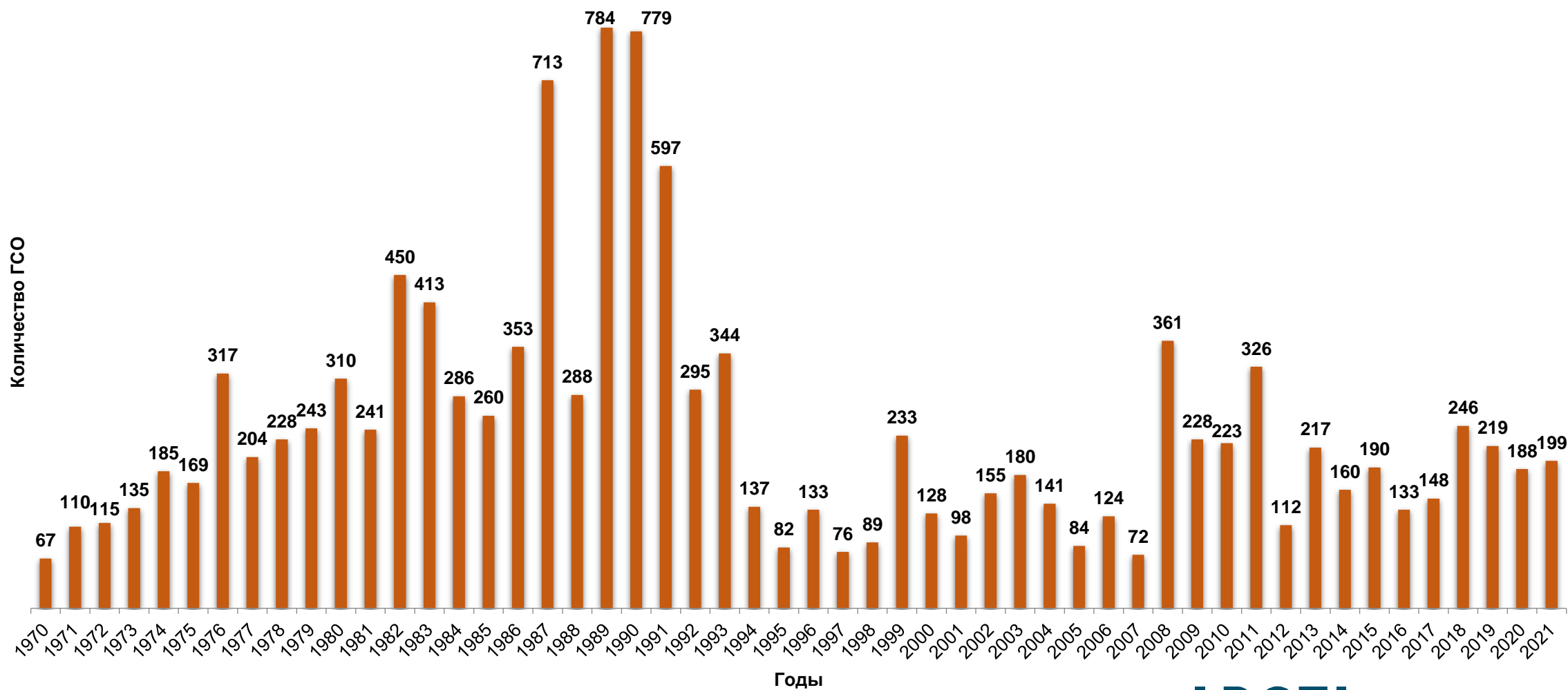


«Роль стандартных образцов в обеспечении метрологической прослеживаемости измерений»

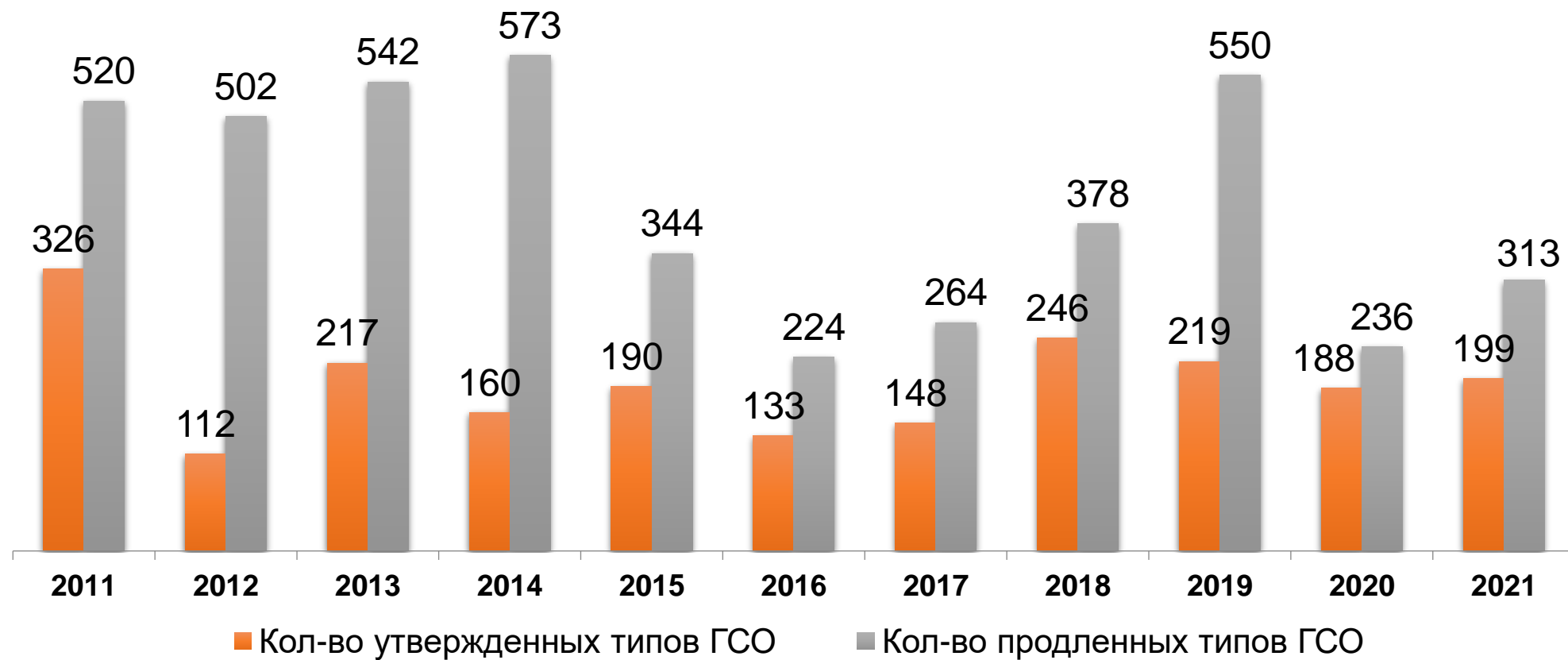
Собина Е.П., Кремлева О.Н., Сулова В.В

Докладчик - Е.П. Собина, д.т.н., директор филиала,
УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»

Динамика создания и утверждения новых типов с начала ведения Государственного реестра утвержденных типов стандартных образцов (утверждено 12569 типов СО) на 31.01.2022 г.



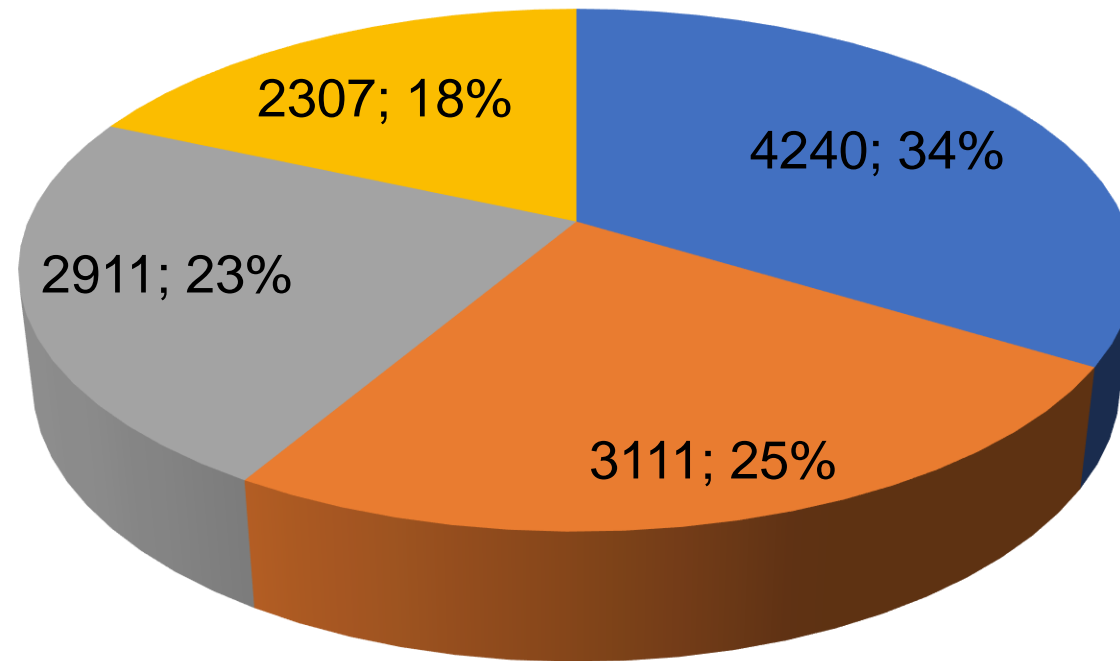
Количество продлений и утверждений



Утвержденные типы СО

(действующие типы СО на 31.01.2022 г.)

действующие 4240 типов СО
Общее количество 12569 типов СО



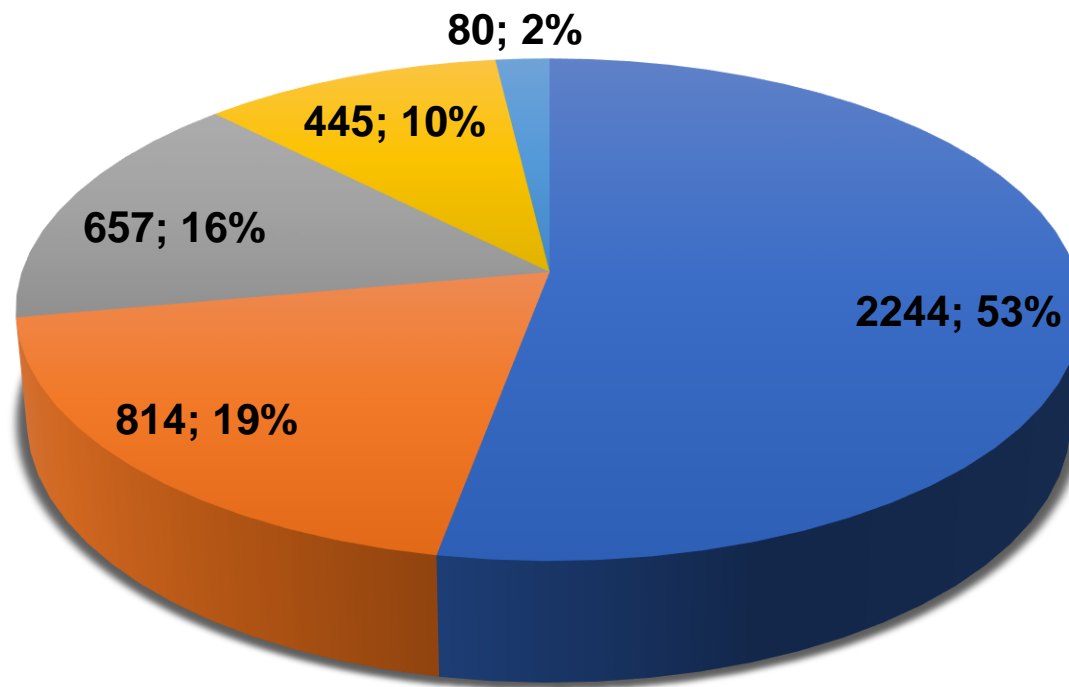
■ Действующие СО ■ С истекшим сроком действия СО ■ Архивные СО ■ Исключенные СО



Способ аттестации СО

(действующие типы СО на 31.01.2022 г.)

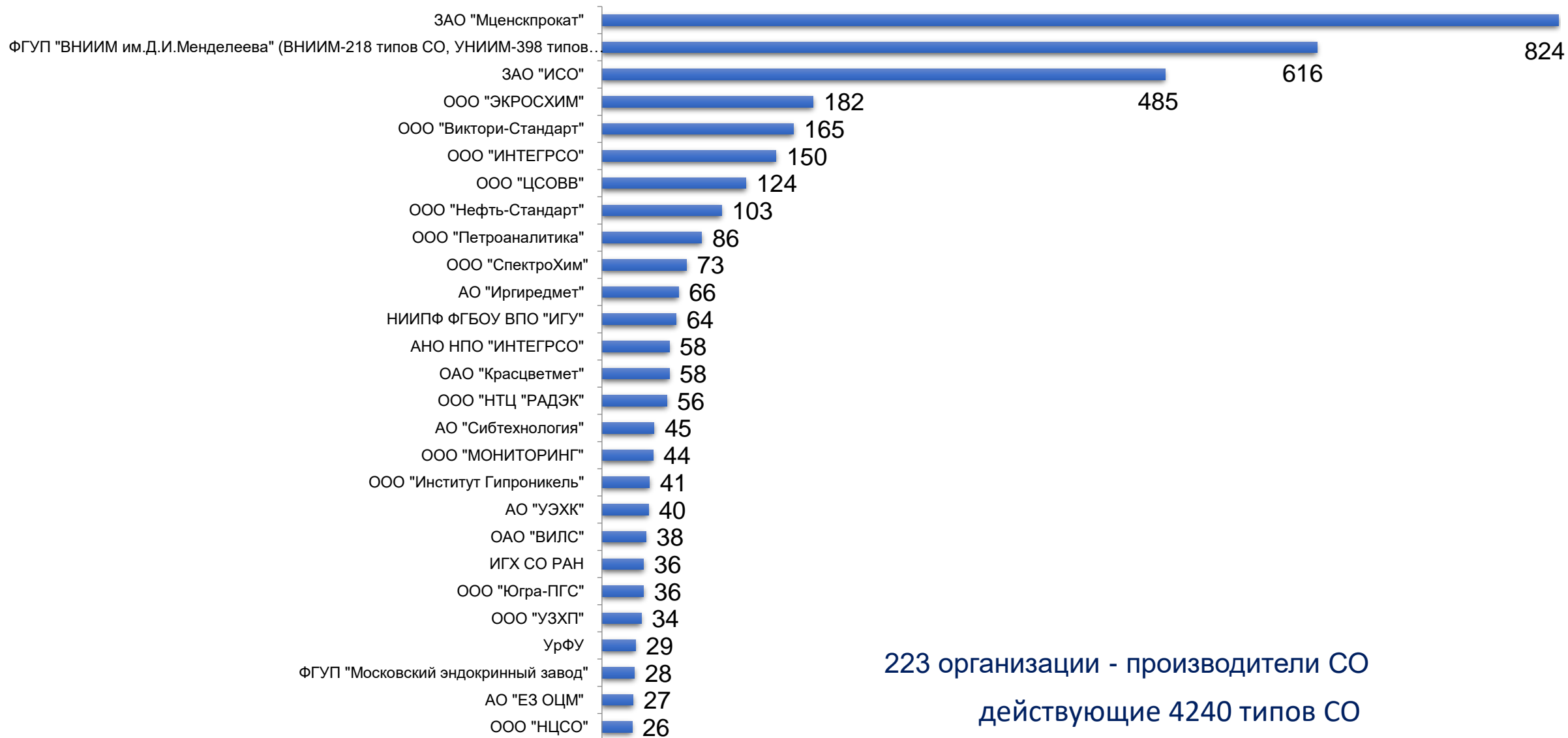
действующие 4240 типов СО



- Межлабораторный эксперимент
- Применение аттестованных методик измерений
- Использование государственных эталонов единиц величин
- Расчетно-экспериментальный
- Сравнение со СО

Организации - производители СО

(действующие типы СО на 31.01.2022 г.)



223 организации - производители СО

действующие 4240 типов СО

РСТ

Общее количество действующих утвержденных типов СО состава и свойств веществ и материалов, зарегистрированных в Реестре утвержденных типов СО

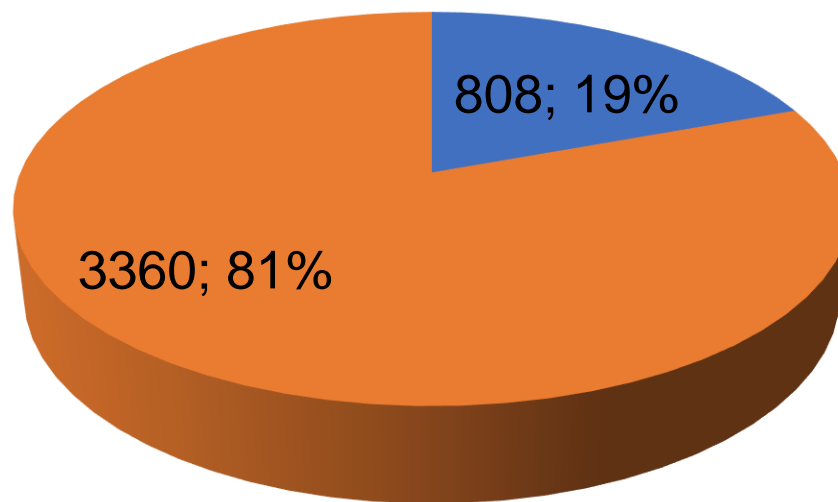
(по состоянию на 31.01.2022 г.)

4240 типов СО

Общее количество действующих утвержденных типов СО состава и свойств нефтепродуктов, зарегистрированных в Реестре утвержденных типов СО

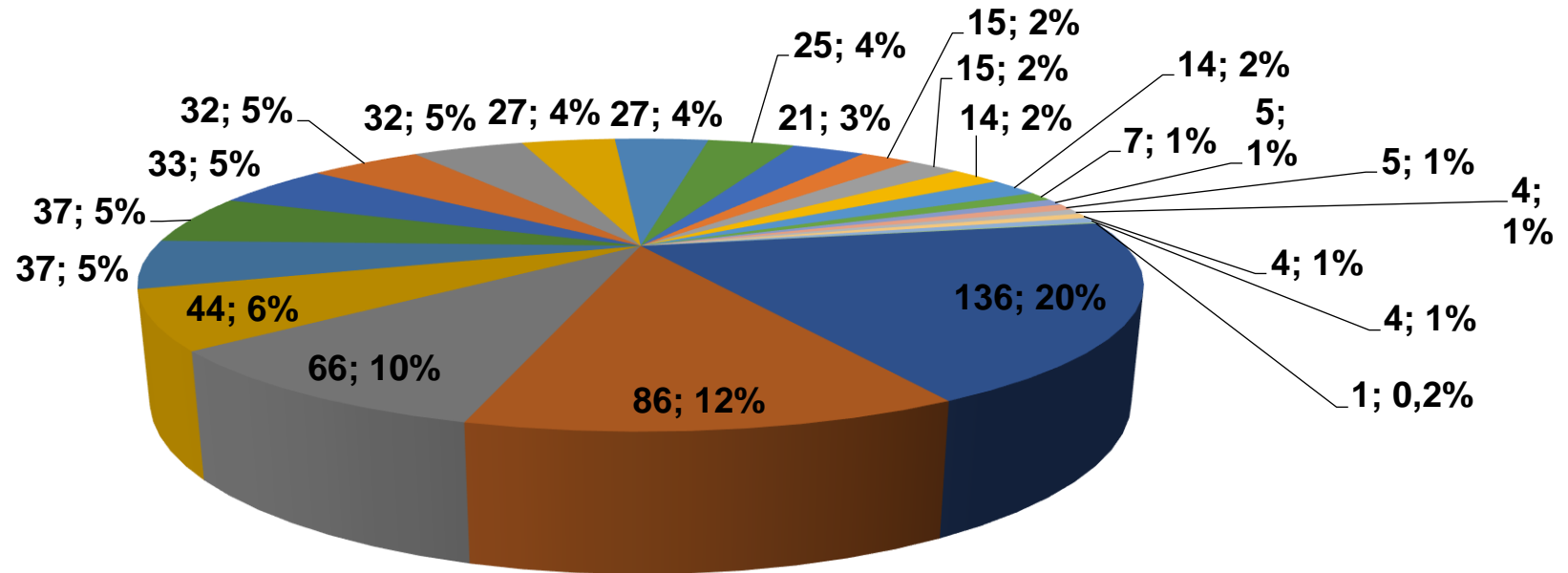
(по состоянию на 31.01.2022 г.)

808 типов СО



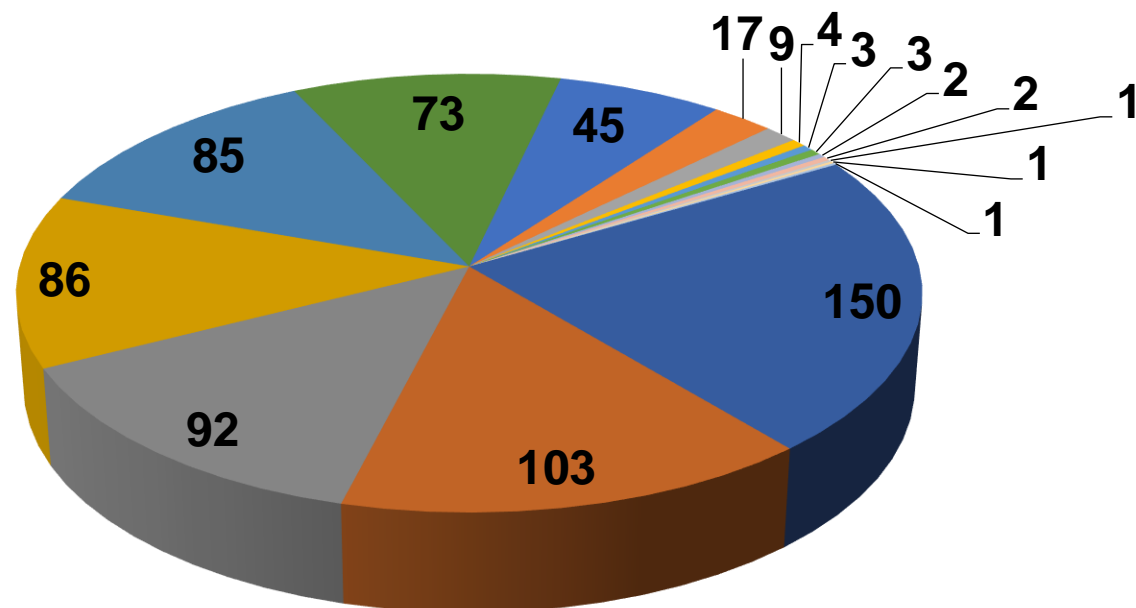
■ Нефть и нефтепродукты 808 типов СО ■ Другие СО 3360 типов СО

Распределение СО состава и свойств нефти и нефтепродуктов по объекту измерений (по состоянию на 31.01.2022 г.)



- Сера в нефти и нефтепродуктах - 136 типов СО
- Плотность - 66 типов СО
- Вода в нефти и нефтепродуктах - 37 типов СО
- Температура вспышки в открытом тигле - 33 типа СО
- Бензины - 32 типа СО
- Кислотность, кислотное число - 27 типов СО
- Температура застывания и текучести - 21 тип СО
- Нефть - 15 типов СО
- Хлорорганические соединения в нефти и нефтепродуктах - 14 типов СО
- Коксующесть нефтепродуктов, кокс - 5 типов СО
- Температура начала кристаллизации - 4 типа СО
- Содержание щелочей в нефтепродуктах - 4 типа СО
- Вязкость - 86 типов СО
- Температура вспышки в закрытом тигле - 44 типа СО
- Давление насыщенных паров - 37 типов СО
- Механические примеси в нефти и нефтепродуктах - 32 типа СО
- Хлористые соли в нефти и нефтепродуктах - 27 типов СО
- Фракционный состав нефти и нефтепродуктов - 25 типов СО
- Масла - 15 типов СО
- Топливо - 14 типов СО
- Ароматические углеводороды в нефтепродуктах - 7 типов СО
- Зола, зольность нефтепродуктов - 5 типов СО
- Температура помутнения - 4 типа СО
- Битумы - 1 тип СО

Организации-изготовители СО состава и свойств нефти и нефтепродуктов (по состоянию на 31.01.2022 г.)



■ АНО НПО "ИНТЕГРСО" и ООО "ИНТЕГРСО" - 150 типов СО

■ ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева" - 92 типа СО

■ ООО "ЭКРОСХИМ" - 85 типов СО

■ АО "Сибтехнология" - 45 типов СО

■ ООО "НПЦ МАРСО" - 9 типов СО

■ ОАО "ВНИИ НП" - 3 типа СО

■ УНИИМ - филиал ФГУП "ВНИИМ им.Д.И. Менделеева" - 2 типа СО

■ ООО "ЭКМЕТС" - 1 тип СО

■ ООО "Люмэкс-маркетинг" - 1 тип СО

■ ООО "Нефть-Стандарт" - 103 типа СО

■ ООО "Петроаналитика" - 86 типов СО

■ ООО "СпектроХим" - 73 типа СО

■ ФБУ "Тюменский ЦСМ" - 17 типов СО

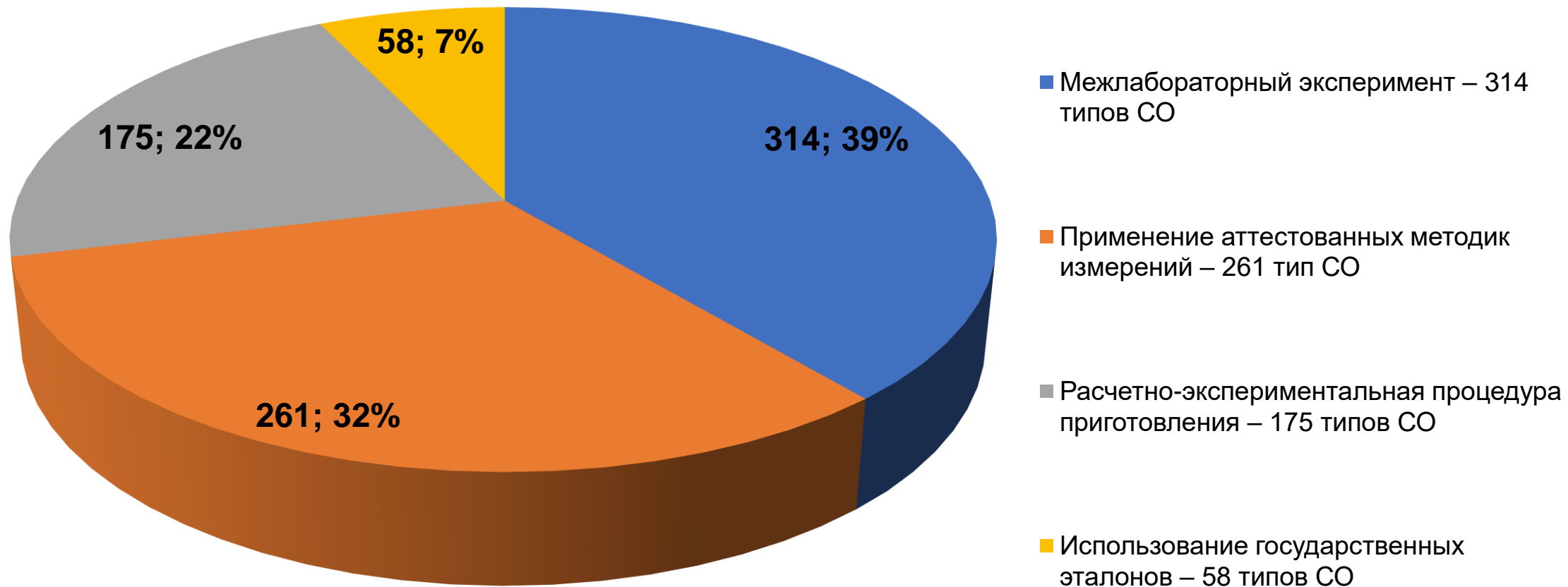
■ ИП Калачева Н.И. - 4 типа СО

■ ООО "Р-АСА" - 3 типа СО

■ ООО "ЦСОВВ" - 2 типа СО

■ ООО "ПЭП СИБЭКОПРИБОР" - 1 тип СО

Распределение СО состава и свойств нефти и нефтепродуктов по способу аттестации (по состоянию на 31.01.2022 г.)



Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ

Об обеспечении единства измерений

Статья 2. Основные понятия (Выписка)

22) **СТАНДАРТНЫЙ ОБРАЗЕЦ** - образец вещества (материала) с установленными по результатам испытаний значениями одной и более величин, характеризующих состав или свойство этого вещества (материала);

18) **ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ** - свойство эталона единицы величины, средства измерений или результата измерений, заключающееся в документально подтвержденном установлении их связи с государственным первичным эталоном или национальным первичным эталоном иностранного государства соответствующей единицы величины посредством сличения эталонов единиц величин, поверки, калибровки средств измерений;

16) **ПЕРЕДАЧА ЕДИНИЦЫ ВЕЛИЧИНЫ** - приведение единицы величины, хранимой эталоном единицы величины или средством измерений, к единице величины, воспроизводимой или хранимой эталоном данной единицы величины или стандартным образцом, имеющим более высокие показатели точности;

Типовые назначения СО

Испытания СИ в
целях утверждения
типа

Поверка СИ,
аттестация эталонов

Построение
градуировочной
зависимости, контроль
точности результатов
измерений, калибровка

**Прослеживаемость
аттестованного
значения СО**

Блок 1

Блок 2

Приказ Минпромторга РФ от 28.10.2020 № 2907
Постановление Правительства РФ № 734 (в ред.
Постановления Правительства РФ от 21.10.2019 N 1355)

ГОСТ ISO/ТС
17025-2009

Блок 1

Постановление Правительства РФ от 21 октября 2019 г. № 1355

«О внесении изменений в Положение об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений»

Приказ Минпромторга России от 28 августа 2020 № 2907

«Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требований к методикам поверки средств измерений»

Приказ Минпромторга России от 28 августа 2020 № 2905

«Об утверждении порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, внесения изменений в сведения о них, порядка выдачи сертификатов об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, формы сертификатов об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения»

Приказ Минпромторга России от 31 июля 2020 № 2510

«Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

Постановление Правительства
РФ от 21 октября 2019 г. №
1355

с 22 января 2020 г.

Некоторые положения

11. Обязательные требования к эталонам единиц величин, содержащиеся в правилах содержания и применения эталонов единиц величин и эксплуатационной документации, и государственные поверочные схемы применяются на этапах **разработки**, в процессе **содержания** и применения эталонов единиц величин.

13. Первичная аттестация эталонов единиц величин, за исключением государственных первичных эталонов единиц величин, осуществляется в соответствии с **государственными или локальными поверочными схемами**, методиками аттестации эталонов единиц величин, **методиками поверки** средств измерений государственными научными метрологическими институтами, государственными региональными центрами метрологии, ..., содержащими и применяющими эталоны единиц величин с более высокими показателями точности.

22. Передача единицы величины от государственного эталона единицы величины осуществляется в соответствии с методикой аттестации эталона единицы величины, методикой поверки средства измерений или методикой калибровки средства измерений при соблюдении условий применения эталона единицы величины. **Методики аттестации эталонов единиц величин, методики поверки средств измерений и методики калибровки средств измерений должны соответствовать требованиям поверочных схем.**

23. Локальные поверочные схемы должны соответствовать государственным поверочным схемам **тех же величин** и обеспечивать прослеживаемость исходных эталонов единиц величин.

Приказ Минпромторга России
от 28 августа 2020 № 2907

Некоторые положения

8. Средства поверки (эталоны, средства измерений, стандартные образцы и вспомогательные технические средства), указываемые в методике поверки, должны обеспечивать определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью, передачу единиц величин средству измерений при его поверке и **прослеживаемость эталонов** и средств измерений, применяемых при поверке, **к государственным первичным эталонам единиц величин, первичным референтным методикам (методам) измерений** или к национальным первичным эталонам иностранных государств, первичным референтным методикам (методам) измерений иностранных государств при отсутствии государственных первичных эталонов и первичных референтных методик измерений).

Вывод

Эталоны единиц величин, стандартные образцы, средства измерений, применяемые при поверке, должны соответствовать требованиям государственных поверочных схем, локальных поверочных схем, методик поверки средств измерений, в которых они указаны в качестве средств поверки

Проблемы

Наибольшие проблемы возникают для СО, предназначенных для нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности.

- Отсутствие государственных первичных эталонов на отдельные виды измерений,
- Отсутствие ГПС и ЛПС на отдельные виды измерений,
- Отсутствие первичных референтных и референтных методик измерений
- Применение эмпирических методов (методик) измерений

Пример



Автоматический аппарат для разгонки нефти

- Создание СО фракционного состава нефти и нефтепродуктов
- Аттестованная характеристика – объемная доля фракции
- Применяемое оборудование – часто не является СИ утвержденного типа
- Единицы величин, участвующие в характеристике СО – температура и объем.
- ГПС и ЛПС отсутствуют.
- Метрологическая прослеживаемость демонстрируется до единицы величины «температура» и «объем»

Назначение СО - ПОВЕРКА



Пример

Межлабораторный
эксперимент

Стандартный образец температуры вспышки нефтепродуктов в закрытом тигле

Установление метрологических характеристик – **межлабораторный эксперимент с участием 10 лабораторий**

При установлении метрологических характеристик СО применялись **стандартизованные и аттестованные методики измерений и поверенные (калиброванные) средства измерений**

Прослеживаемость:

прослеживаемость результатов измерений, полученных в рамках межлабораторного эксперимента, к единицам СИ реализуется посредством использования участниками межлабораторного эксперимента - компетентными, аккредитованными на соответствие ГОСТ ИСО/МЭК 17025 и ГОСТ ISO/IEC 17025 испытательными лабораториями средств измерений, поверенных в соответствии с действующими в Российской Федерации поверочными схемами.

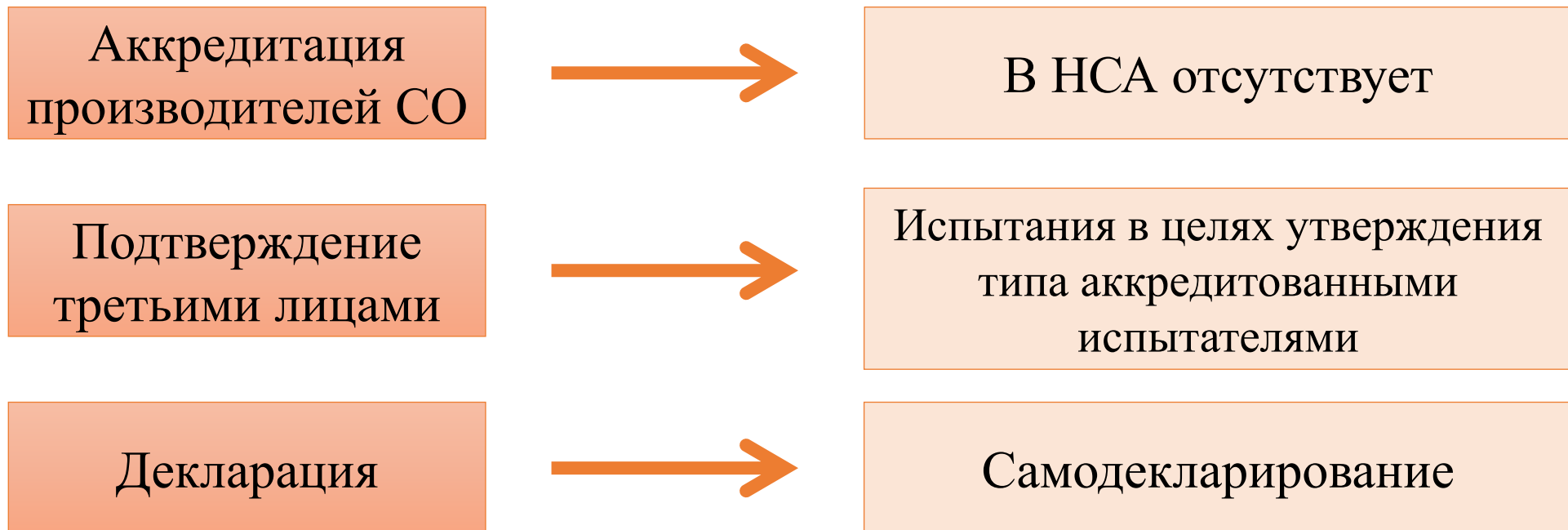
Можем ли в назначении указать применение для поверки СИ?

Требования к прослеживаемости по ГОСТ ISO/IEC 17025

Блок 2

- 1) СО производства НМИ из базы KCDB 2.0
- 2) СО компетентных производителей

Согласно ГОСТ ISO/IEC 17025 компетентные производители СО:



Актуализация документов по стандартизации в области СО

ГОСТ Р ИСО 17034-2020 Общие требования к компетентности производителей стандартных образцов

Вступил в силу
с 01 декабря 2020 г.

- **РМГ 52–2002** ГСИ. Общие методические рекомендации по применению положений ГОСТ 8.315–97 при разработке и применении стандартных образцов;
- **РМГ 53–2002** ГСИ. Стандартные образцы. Оценивание метрологических характеристик с использованием эталонов и образцовых средств измерений;
- **РМГ 55–2002** ГСИ. Стандартные образцы состава чистых органических веществ. Методы аттестации. Основные положения;
- **РМГ 56–2002** ГСИ.. Комплекты стандартных образцов состава веществ и материалов. Методика взаимного сличения.

Отменены МГС.
Ожидается приказ об отмене
на территории РФ

- **ГОСТ ИСО Гайд 35** Стандартные образцы – Руководство по характеристике и оцениванию однородности и стабильности
- **ГОСТ 8.531** ГСИ. Стандартные образцы состава монолитных и дисперсных материалов. Способы оценивания однородности
- **ГОСТ 8.532** ГСИ. Стандартные образцы состава веществ и материалов. Межлабораторная метрологическая аттестация.

Пересмотр – актуализация
алгоритмов
2022 – 2023 г.г.

*Сведения о совершенствовании
эталонной базы УНИИМ в
краткосрочной перспективе 2022-2025 гг.*



Совершенствование ГЭТ 152 в период 2019-2022 гг.

Государственный первичный эталон единиц коэффициентов преобразования силы электрического тока ГЭТ 152-2018

Часть 1. Эталонная установка синусоидального тока



- Диапазон номинальных значений первичного тока – от 0,5 до $5 \cdot 10^4$ А
- Диапазон изменения первичного тока составляет от 1 % до 120 % от номинального значения тока
- Номинальные значения вторичного тока составляют 1 и 5 А
- Номинальное значение частоты 50 Гц

Часть 2. Эталонная установка большого постоянного тока



- Диапазон значений силы электрического тока – от 100 до 1000 А.
- Номинальные значения коэффициентов преобразования: 1000/1, 500/1 и 300/1 А/А; 1/10, 1/5 и 1/3 мВ/А.

Совершенствование ГЭТ 152 в период 2019-2022 гг.

В результате выполнения мероприятий по совершенствованию будет:

- расширен диапазон изменения первичного тока до 200 % от номинального значения тока в части Эталонной установки синусоидального тока;
- расширен частотный диапазон воспроизведения коэффициентов масштабного преобразования силы синусоидального электрического тока от 40 до 2 500 Гц в диапазоне первичных номинальных токов от 1 до 1 000 А;
- в 10 раз расширен диапазон воспроизведения большого постоянного электрического тока в части верхнего предела воспроизведения с 1 000 А до 10 000 А.

Результаты исследований эталонной установки большого постоянного тока

№ п.п.	Наименование	ТЗ	Результат
1	Диапазон первичных токов, А	1000 - 10000	1000 - 10000
2	Относительное СКО (при n=10), %	0,003 - 0,010	0,003 - 0,006
3	Относительная НСП (P=0,95), %	0,003 - 0,030	0,001-0,012
4	Относительная стандартная неопределенность типа А, %	0,003 - 0,010	0,001 - 0,002
5	Относительная стандартная неопределенность типа В, %	0,0015 - 0,018	0,0015 - 0,015

Совершенствование ГЭТ 149 в период 2019-2022 г.

ГЭТ 149-2010 Государственный первичный эталон единицы крутящего момента силы

Цель – Расширение измерительных, калибровочных и эксплуатационных возможностей государственного первичного эталона единицы крутящего момента силы ГЭТ 149-2010 за счет использования в конструкции центральной опоры рычага эталонной установки ЭУ-250 воздушного подшипника, позволяющего расширить диапазон воспроизведения единицы за счет уменьшения нижнего предела воспроизведения до 0,1 Н·м, что в 10 раз меньше существующего.

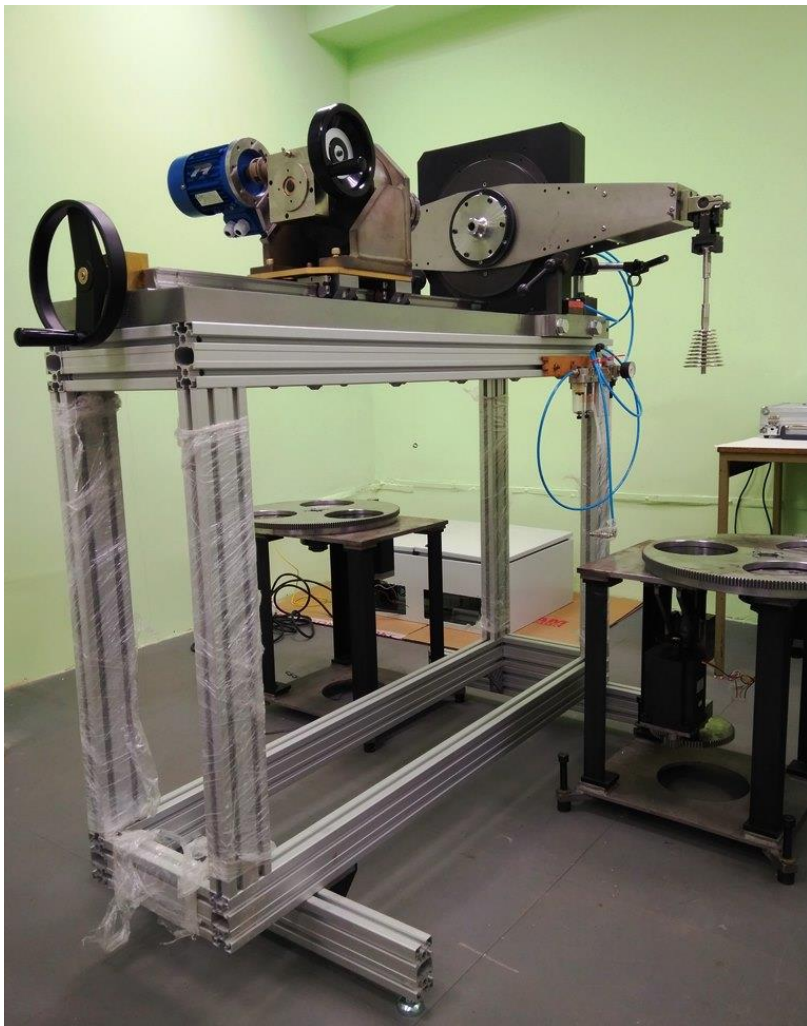
Совершенствование ГЭТ 149-2010 позволит обеспечить следующие метрологические характеристики в расширяемом диапазоне воспроизведения:

- относительное СКО (при $n=20$) не более 0,02 %;
- относительная НСП ($P=0,95$) не более 0,05 %;
- относительная стандартная неопределенность типа А (при $n=20$) не более 0,02 %;
- относительная стандартная неопределенность типа В не более 0,03 %.



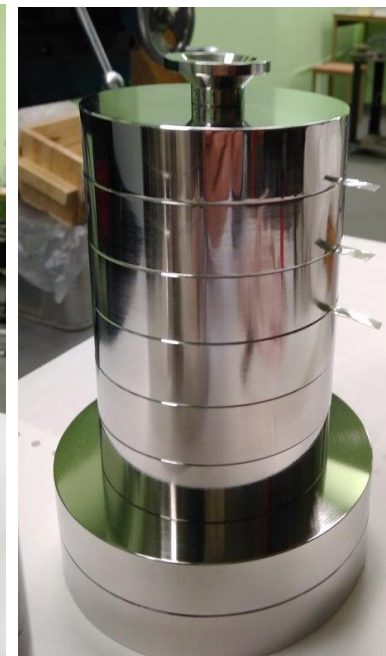
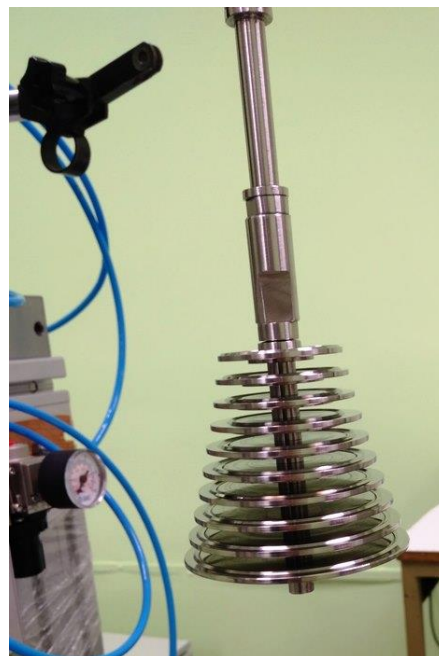
Совершенствование ГЭТ 149 в период 2019-2022 г.

Установка ЭУ-250



Приобретение и монтаж набора основных грузов

Набор №1 Набор №2 Набор №3 Набор №4



Совершенствование ГЭТ 67 в период 2022-2025 гг.



ГЭТ 67-2013 Государственный первичный специальный эталон единиц удельной энтальпии и удельной теплоёмкости твёрдых тел в диапазоне температуры от 700 до 1800 К

**Удельная энтальпия
от 50 до 2000 кДж/кг**

$$S_0 = (1,0-5,0) \cdot 10^{-4} \quad u_A = (1,0-5,0) \cdot 10^{-4}$$
$$\theta_0 = (1,0-5,0) \cdot 10^{-4} \quad u_B = (0,6-3,0) \cdot 10^{-4}$$

**Удельная теплоемкость
от 50 до 2000 Дж/(кг·К)**

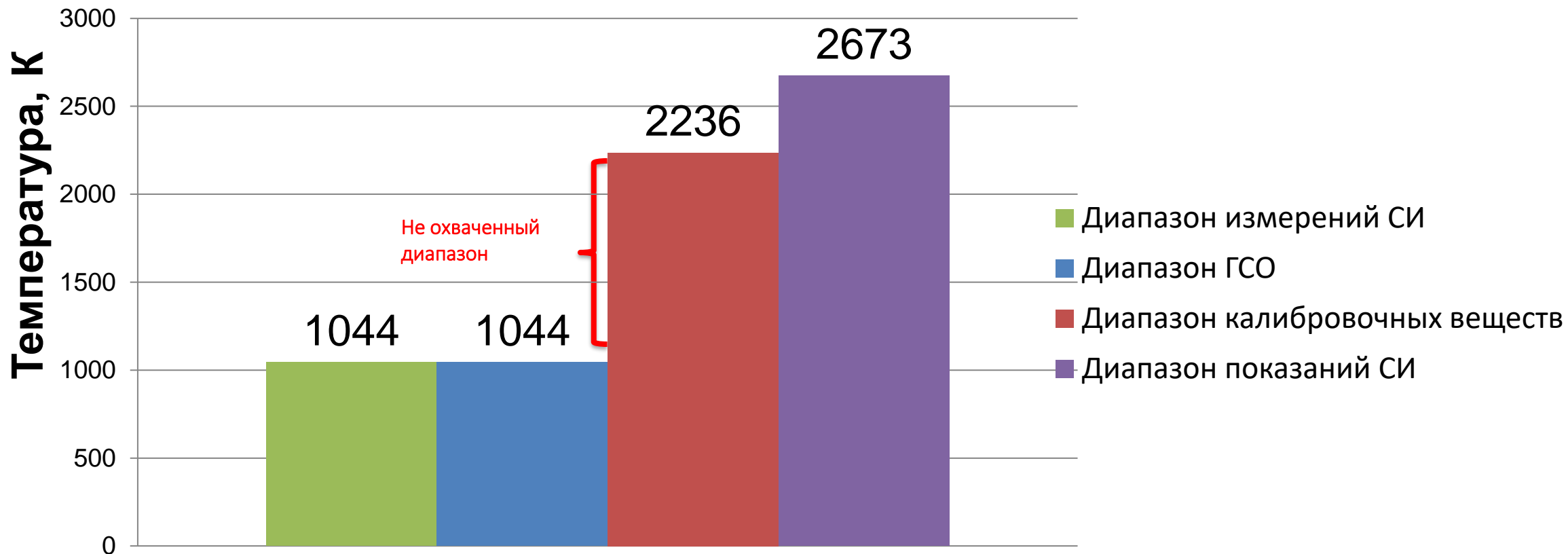
$$S_0 = (2,0-6,0) \cdot 10^{-4} \quad u_A = (2,0-6,0) \cdot 10^{-4}$$
$$\theta_0 = (1,0-5,0) \cdot 10^{-4} \quad u_B = (0,6-3,0) \cdot 10^{-4}$$

**ГОСТ Р 8.872-2014
ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений удельной энтальпии и удельной теплоемкости твердых тел в диапазоне температуры от 700 до 1800 К**

Обоснование целесообразности модернизации

ГЭТ 67

Измерения удельной энтальпии и удельной теплоёмкости проводятся в указанных ниже диапазонах температур



Обоснование целесообразности модернизации

ГЭТ 67

Отрасли и предприятия, заинтересованные в расширении метрологического обеспечения для определения удельной энтальпии и удельной теплоёмкости в области более высоких температур

Металлургия

- ОСКК УТК АО «Лебединский ГОК»: высококачественное металлургическое сырье
STA449F5 от 300 до 1873 К
- ООО «Русал ИТЦ»
STA449F3 от 300 до 1873 К
- ПАО «Северсталь»
STA 449C от 300 до 1873 К

Отраслевые НИИ

- НИЦ «Курчатовский институт»
STA 429 CD/7/G от 300 до 2673 К
- Обнинское НПП «Технология» им.А.Г.Ромашина
STA 449 F3, от 300 до 2673 К
- Российский НИИ трубной промышленности (РосНИТИ)
STA 409 PC, 300 до 1873 К
- ФГУП «ВИАМ»
STA 449 F3, от 300 до 2673 К
LFA 427, 300 до 3073 К

Огнеупоры

- Холдинговая компания ОАО «НЭВЗ-Союз»: техническая керамика и футеровка, изделия СВЧ STA449F3 от 300 до 2673 К,
- ОАО «Первоуральский динасовый завод»: все виды огнеупоров
DIL 402C от 300 до 2273 К,

ГЭТ 67 Ожидаемые результаты совершенствования 2022-2025 гг.

Цель: Расширение диапазона воспроизведения единиц удельной энтальпии и удельной теплоемкости в более широком диапазоне температуры за счет создания и включения в состав первичного эталона нового высокотемпературного термостата в диапазоне температур **700-2300 К**.

Наименование характеристики	Значение характеристики		
	Удельная энтальпия	Удельная теплоёмкость	Удельная энтальпия фазовых переходов
Диапазон	от 50 до 2000 кДж/кг от 50 до 2500 кДж/кг	от 50 до 2000 Дж/(кг·К) от 50 до 3500 Дж/(кг·К)	от 1 до 1100 кДж/кг
Стандартная неопределенность типа А воспроизведения единицы, %	(0,01-0,05) (0,01-0,06)	(0,02–0,06) (0,02–0,08)	(0,01-0,1)
Неисключённая систематическая погрешность воспроизведения единицы, %	(0,01-0,05) (0,01-0,06)	(0,01–0,06) (0,01–0,08)	(0,01-0,1)
Стандартная неопределенность типа В воспроизведения единицы, %	(0,006-0,03) (0,006-0,04)	(0,006-0,03) (0,006-0,04)	(0,006-0,06)
Расширенная неопределенность воспроизведения единицы, %	0,025-0,12 (0,025-0,15)	0,04-0,13 (0,04-0,18)	(0,012-0,12)

ГЭТ 210 Государственный первичный эталон единиц удельной адсорбции газов, удельной поверхности, удельного объема пор, размера пор, открытой пористости и коэффициента газопроницаемости.

Обоснование целесообразности модернизации 2022-2025 гг

Цель модернизации ГЭТ 210-2019

Расширение диапазона измерений ГЭТ 210-2019 за счет создания и включения в состав первичного эталона новой эталонной установки и с целью метрологического обеспечения измерений коэффициента газопроницаемости в диапазоне низких значений ($1 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-3}$) мкм²

Предпосылки к совершенствованию ГЭТ 210-2019

I Мировая тенденция развития добычи труднодоступных углеводородов как в РФ, так и во всем мире из пластов, которые характеризуются низкими значениями коэффициента газопроницаемости ($1 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-3}$) мкм²

II Появление широкого парка средств измерений для низких значений коэффициента газопроницаемости на рынке, метрологическое обеспечение которых отсутствует

III Необходимость выполнения требований Приказа Минприроды России от 15.05.2014 г. №218, который предусматривает контроль пористости и газопроницаемости горных пород в аккредитованных лабораториях

IV Обеспечение выполнения планов развития, предусмотренных Правительством РФ (распоряжение № 1523-р от)

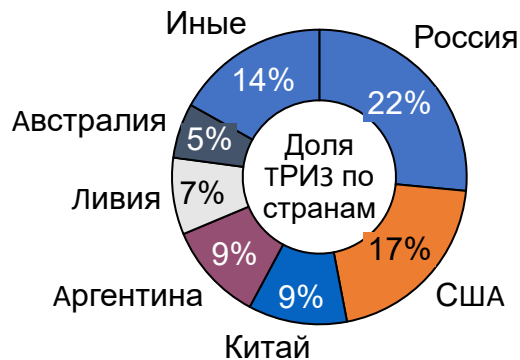


Обоснование целесообразности модернизации

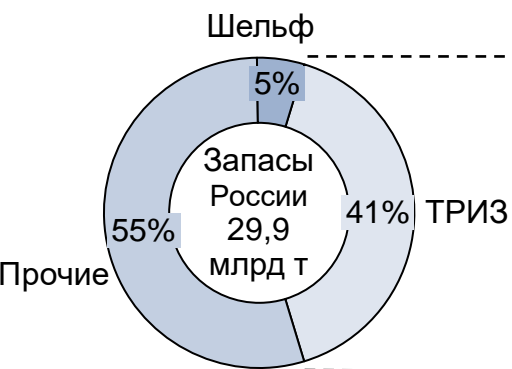
На сегодняшний день добыча ТРИЗ – одна из самых актуальных тем в нефтегазовом бизнесе как в России, так и за рубежом

ТРИЗ – трудноизвлекаемые запасы нефти, которые характеризуются неблагоприятными для извлечения условиями

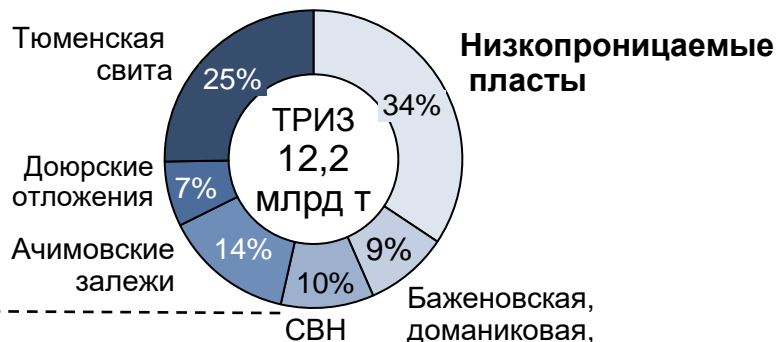
Россия является лидером по запасам ТРИЗ



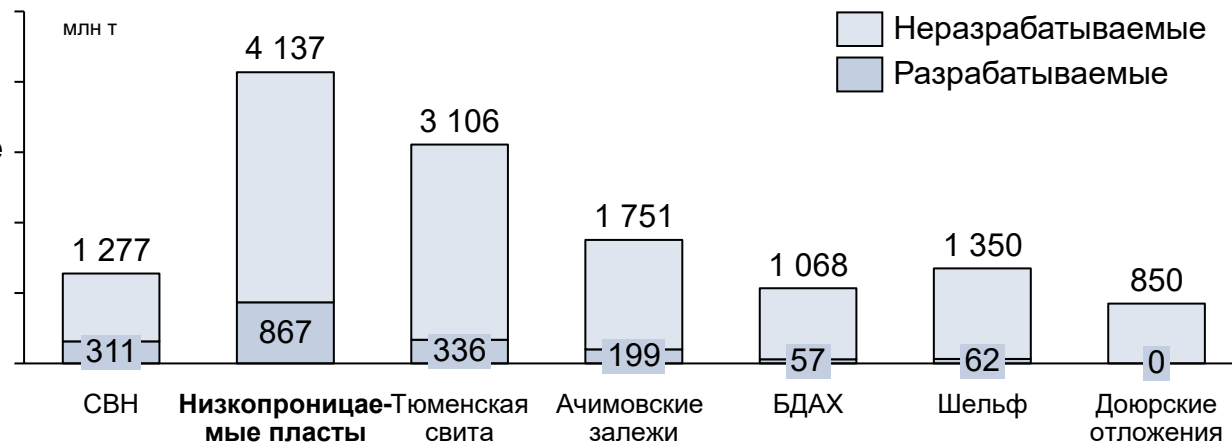
В целом ТРИЗ различают по аномальным свойствам нефти, **низкопроницаемым**, геологически осложненным и прочим низкопродуктивным пластам



Структура извлекаемых запасов России
Источник: ФБУ «ГКЗ», VYGON Consulting



Баженовская, доманиковская, абалакская, хадумская свита



Извлекаемые запасы по состоянию на 01.01.2019 г. и доля ТРИЗ и шельфа, вовлечённых в разработку
Источник: VYGON Consulting

В текущей добыче **доля низкопроницаемых пластов является одной из самых высоких среди всех ТРИЗ**. Так, в 2019 году добыча нефти по ним составила почти 40 млн т

Ожидаемые результаты совершенствования ГЭТ 210-2019

Наименование характеристики	Значение характеристики					
	Удельная адсорбция	Удельная поверхность	Удельный объем пор	Размер пор	Открытая пористость	Коэффициент газопроницаемости
Диапазон	от 0,001 до 250 моль/кг	от 0,10 до 2500 м ² /г	от 0,05 до 2,00 см ³ /г	от 0,4 до 70000 нм	от 3 до 50 %	от 1·10 ⁻³ до 5 мкм ² (от 1·10⁻⁷ до 5 мкм²)
Относительное СКО результата измерений, S ₀ , % (n=5)	от 0,02 до 1,0	от 0,05 до 0,8	от 0,09 до 0,9	0,5 до 2,0	от 0,002 до 1,5	от 0,04 до 1,2 (от 0,04 до 2,0)
Границы относительной неисключённой систематической погрешности, θ ₀ , % (P=0,95)	от 0,2 до 1,0	от 0,4 до 1,1	от 0,1 до 1,1	от 0,25 до 5,0	от 0,04 до 2,1	от 0,17 до 2,7 (от 0,17 до 5,0)
Относительная стандартная неопределённость типа А (для 5 независимых измерений), u _A , %	от 0,02 до 1,0	от 0,05 до 0,8	от 0,09 до 0,9	0,5 до 2,0	от 0,002 до 1,5	от 0,04 до 1,2 (от 0,04 до 2,0)
Относительная стандартная неопределённость типа В, u _B , %	от 0,09 до 0,5	от 0,2 до 0,6	от 0,05 до 0,6	0,13-2,6	от 0,02 до 1,1	от 0,09 до 1.4 (от 0,09 до 5,0)

*метрологические характеристики после совершенствования ГЭТ 210-2019 выделены красным цветом

ГЭТ 198 Государственный первичный эталон единиц мощности магнитных потерь, магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 2,5 Тл и магнитного потока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Вб

Обоснование целесообразности модернизации

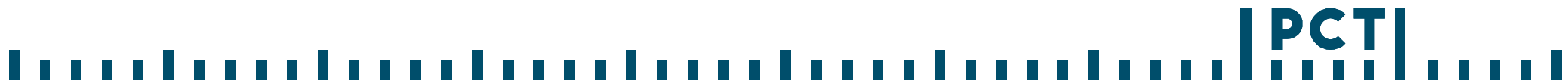
Производители электротехнической стали:

- Новолипецкий металлургический комбинат
- Северсталь

} Производят более
350 000 тонн стали в
год

Основные потребители электротехнической стали:

- Уралэлектротяжмаш (УЭТМ)
- Электрозаводы
- Силовые машины – ЗТЛ, ЛМЗ, Электросила, Энергомашэкспорт
- СМТТ. Высоковольтные решения
- Тольяттинский трансформатор



ГЭТ 198. Обоснование целесообразности модернизации



ГЭТ 198-2017



Ожидаемые результаты совершенствования ГЭТ 198-2017

Параметр	Значения текущего ГЭТ 198-2017	Ожидаемые значения после модернизации
Магнитная индукция переменного магнитного поля	нет	Диапазон от 0,1 до 2,0 Тл Относительная расширенная неопределённость от 0,2 до 1,0 %
Мощность и удельная мощность магнитных потерь	Диапазоны от 0,1 до 20 Вт и от 0,1 до 200 Вт/кг Частота перемагничивания от 50 до $2 \cdot 10^5$ Гц Относительная расширенная неопределённость от 0,2 до 0,8 %	Диапазоны от 0,1 до 20 Вт и от 0,1 до 200 Вт/кг Частота перемагничивания от 50 до $2 \cdot 10^5$ Гц Относительная расширенная неопределённость от 0,2 до 0,8 %
Магнитная индукция постоянного магнитного поля	Диапазон от 0,1 до 2,5 Тл Относительная расширенная неопределённость от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-3}$	Диапазон от 0,1 до 2,5 Тл Относительная расширенная неопределённость от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-3}$
Магнитный поток	Диапазон от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Вб Относительная расширенная неопределённость от $2,2 \cdot 10^{-3}$ до $1,8 \cdot 10^{-3}$	Диапазон от $1 \cdot 10^{-5}$ до $3 \cdot 10^{-2}$ Вб Относительная расширенная неопределённость от $2,2 \cdot 10^{-3}$ до $1,8 \cdot 10^{-3}$

Метрологические характеристики после совершенствования ГЭТ 198-2017 выделены красным цветом



Спасибо за внимание!