

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
Научный
Центр
РФ



*ФГУП «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ И РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»*

Измерения влажности газов в Российской Федерации: состояние и перспективы развития.

**ДОКЛАДЧИК:
Ученый-хранитель ГЭТ 151-2014
М.А. Винге**

Сараево, 2017

Наиболее востребованные единицы влажности газа

- Температура точки росы\инейя
- Относительная влажность воздуха
- Массовая, молярная, объемная доля влаги
- Температура конденсации углеводородов

Решаемые проблемы

Измерения точки росы в природном газе:

Этот параметр качества газа точно определен в контрактах между покупателем и продавцом природного газа. Типичные контрактные требования в РФ: точка росы по воде ниже, чем минус 8⁰ С при рабочем давлении трубопровода.

Параметры качества газа утвержденные EASEE-gas:

Parameter	Unit	Min	Max	Recommended implementation date
WI	kWh/m ³	[13.60]	15.81	1/10/2010
d	m ³ /m ³	0.555	0.700	1/10/2010
Total S	mg/m ³	-	30	1/10/2006
H ₂ S + COS (as S)	mg/m ³	-	5	1/10/2006
RSH (as S)	mg/m ³	-	6	1/10/2006
O ₂	mol %	-	[0.01]	1/10/2010
CO ₂	mol %	-	2.5	1/10/2006
H ₂ O DP	°C at 70 bar (a)	-	- 8	1/10 /2010
HC DP	°C at 1- 70 bar (a)	-	- 2	1/10/2006

Ассоциация **EASEE-gas** (European Association for the Streamlining of Energy Exchange - gas) занимается разработкой стандартов по регулированию качества газа в ЕС.

Российские приборы для измерения различных величин влажности

№	Предприятие-изготовитель	Тип средства измерения	Измеряемая величина
Гигрометры и преобразователи			
1	Ангарское ОКБА (г. Ангарск, Иркутская обл.)	Баргузин, Байкал, Исток, Сарма, Волна	Объем. доля влаги, Темп. точки росы/ин. Отн. влажность
2	НПО «Вымпел» (г. Дедовск) НПФ «Вымпел» (г. Саратов)	КОНГ-Прима, Hygrovision	Темп. точки росы/ин.
3	НПК «Микрофор» (г. Зеленоград)	ИВА, ДВ2Т	Отн. влажность, Темп. точки росы/ин.
4	ОАО «Практик-НЦ» (г. Зеленоград)	ИВТМ, ИВГ	Отн. влажность
5	ООО НПП «Элемер» (г. Зеленоград)	Роса	Отн. влажность, Темп. точки росы/ин.
Генераторы влажного газа			
	Ангарское ОКБА (г. Ангарск, Иркутская обл.)	Родник-2, Родник-3, Родник-4, Родник-6	Отн. влажность, Объем. доля влаги, Темп. точки росы/ин
5	ВСФ ФГУП «ВНИИФТРИ» (г. Иркутск)	Север-1, Север-3, Родник-2М	Объем. доля влаги, Темп. точки росы/ин, Отн. влажность.
6	НПО «Вымпел» (г. Дедовск)	Эталон ВД-300	
	НПФ «Вымпел» (г. Саратов)	Поверочный комплекс «КОНГ» ВЭТ 158-1-2004	Темп. точки росы/ин.
6	ФГУП «ВНИИМ» (г. С.-Петербург)	ГВГ	Отн. влажность
7	НТА «Наука» (Моск. Обл.)	Эталон-2	Объем. доля влаги.
8	ООО НП «ТКА» (г. С.-Петербург)	ТКА-ГВЛ	Отн. влажность

Этапы развития метрологического обеспечения гигрометрии в РФ

1975 – 1985 гг. – формирование системы метрологического обеспечения гигрометрии, разработка и утверждение Государственного первичного эталона единицы относительной влажности газов и государственной поверочной схемы (ГОСТ 8.547-86).

2006 – 2010 гг. – совершенствование ГПЭ с целью расширения воспроизводимых единиц влажности газов. Утверждение Государственного первичного эталона единиц влажности газов ГЭТ 151-2010.

2012 – 2014 гг. – совершенствование ГПЭ с целью расширения диапазона воспроизведения единиц влажности газов. Утверждение Государственного первичного эталона единиц влажности газов ГЭТ 151-2010.

ГЭТ 151- 86



ГЭТ 151- 2010



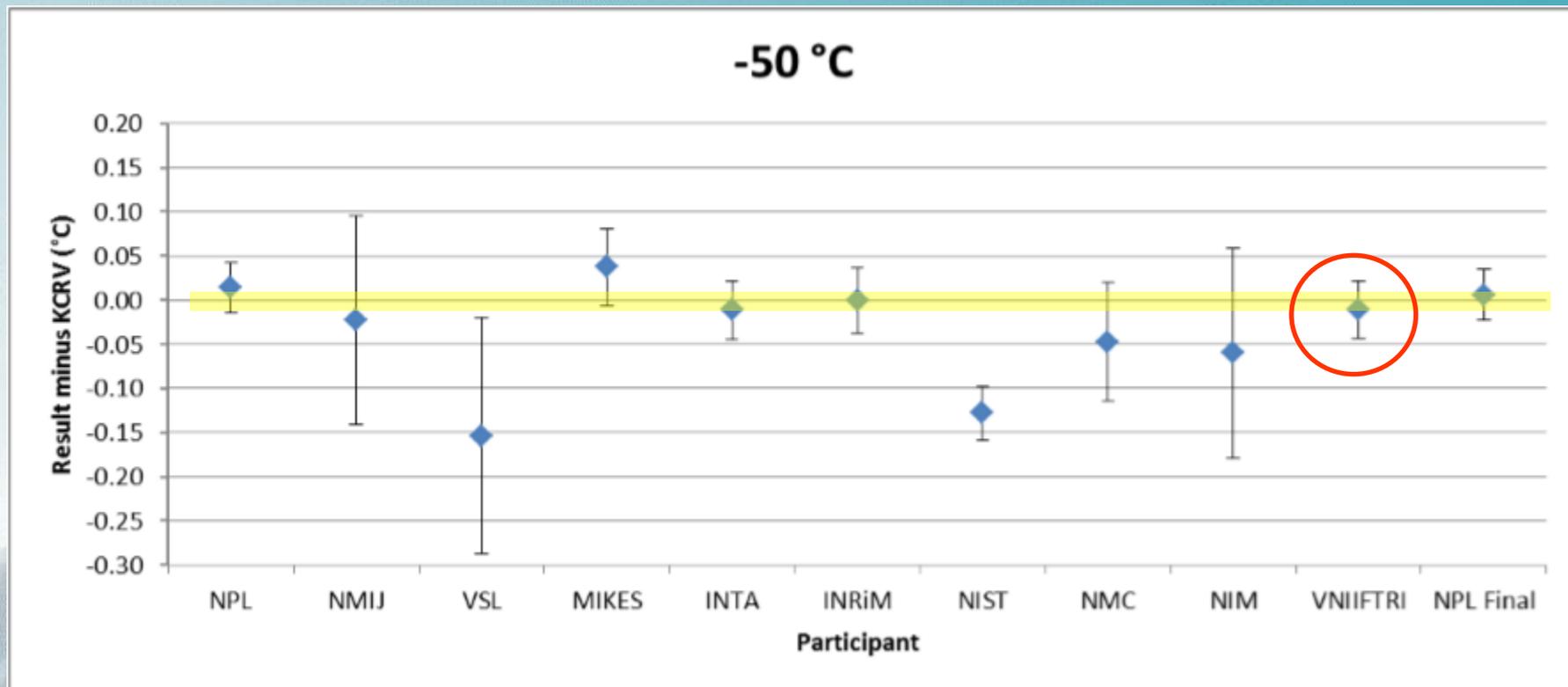
ГЭТ 151-2014



Основные метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристик при воспроизведении единиц влажности		
	относительная влажность, %	молярная (объемная) доля, млн ⁻¹	температура точки росы/иней, °С
Диапазон значений величины	(5 ÷ 98) %	(0,1 ÷ 7·10 ⁵) млн ⁻¹ ₁	(- 120 ÷ + 90) °С
Среднее квадратичное отклонение результата измерений при 15 независимых наблюдениях	0,05 %	0,3 %	0,05 °С
Неисключенная систематическая погрешность при (доверительной вероятности P = 0,99)	(0,1 ÷ 0,2) %	(0,13 ÷ 1,4) %	(0,04 ÷ 0,08) °С, в диапазоне (- 60 ÷ +90) °С; не более 0,12 °С, в диапазоне (-120 ÷ - 60) °С
неопределенность измерений при 15 независимых измерениях, оцененная по типу А	0,05 %	0,05 %	0,05 °С
неопределенность измерений оцененная по типу В	(0,04 ÷ 0,08) %	(0,05 ÷ 0,6) %.	(0,02 ÷ 0,05) °С

ССТ-К6 результаты



ССТ-К8 «Ключевые сличения эталонов влажности по температуре точки росы от + 30 °С до +95 °С»

СПИСОК УЧАСТНИКОВ

RMO	NMI	Country
APMP	Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS)	KR
	National Metrology Centre (NMC-A*STAR)	SG
	National Metrology Institute of Japan (NMIJ), AIST	JP
COOMET	VNIIFTRI East Siberian Branch (VNIIFTRI)	RU
EURAMET	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)	ES
	Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM)	IT
	National Physical Laboratory (NPL)	GB
	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)	DE
	E+E Elektronik Ges.m.b.H. (BEV/E+E)	AT
SIM	National Institute for Standards and Technology (NIST)	US

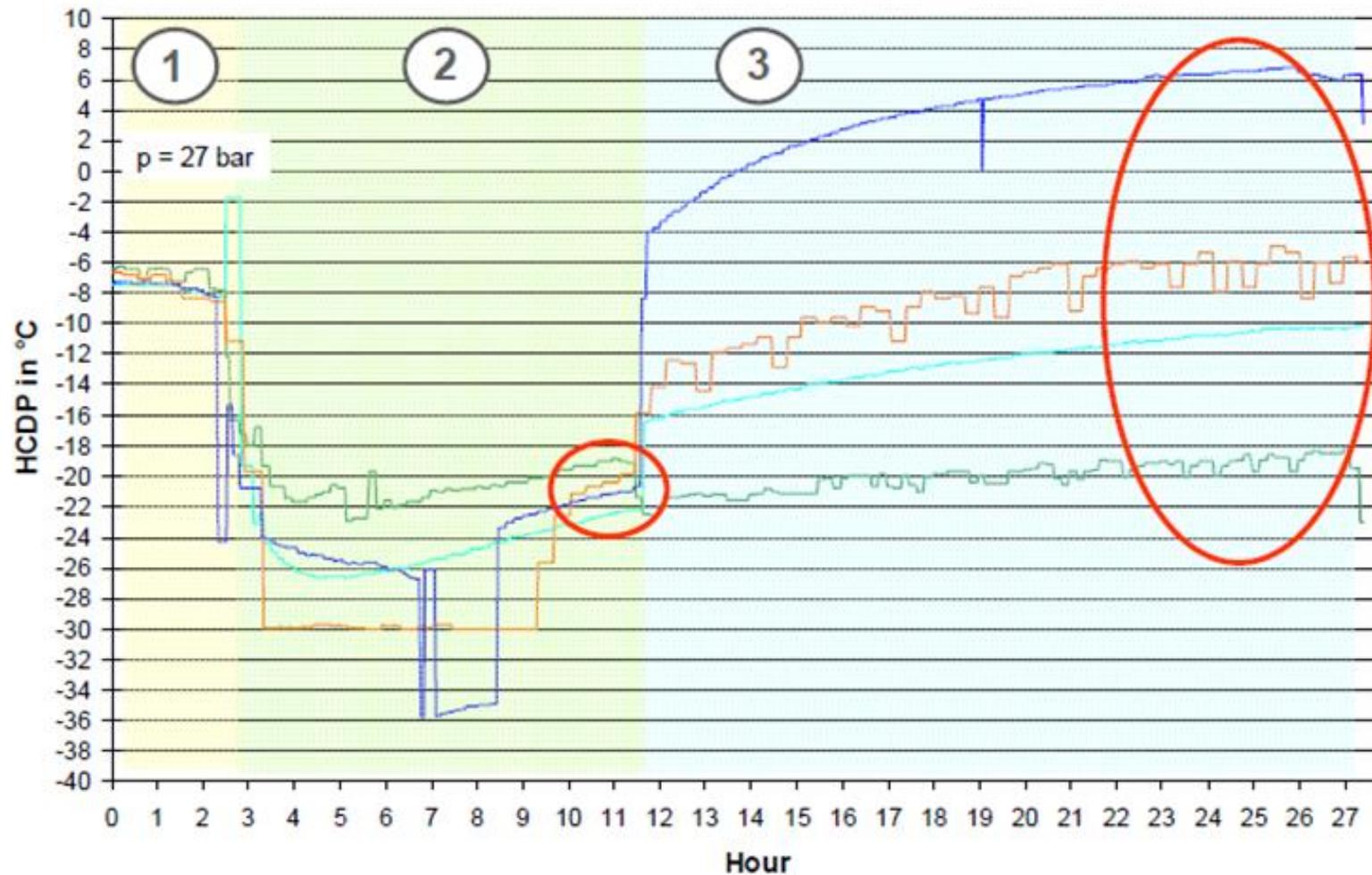
Нарушения при выполнении метрологических работ

- Отсутствие прослеживаемости некоторых СИ к ГПЭ
- Неполнота учета влияющих на точность измерения факторов (температура, давление, состав рабочего газа) при внесении СИ в Госреестр
- Внесение СИ в Госреестр с завышенными характеристиками.

СЛЕДСТВИЕ:

Обязательная экспертиза результатов испытаний при утверждении типа во ВНИИФТРИ

Расхождение показаний СИ Температуры конденсации углеводородных газов



Совершенствование ГЭТ 151-2014

1. Диапазон рабочих давлений ГЭТ 151-2014 ограничен 2,5 МПа. В настоящее время востребован диапазон 25 МПа и выше.
2. В качестве рабочего газа применяется только чистый азот.
3. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры конденсации углеводородных газов в Российской Федерации отсутствует.
4. Отсутствие единства измерений температуры конденсации технических и углеводородных газов снижает достоверность метрологических характеристик средств измерений при их эксплуатации в реальных рабочих условиях.
5. Наличие собственной эталонной базы в области измерений ТКУ является обязательным элементом в решении различных экономических споров при поставках углеводородного сырья.

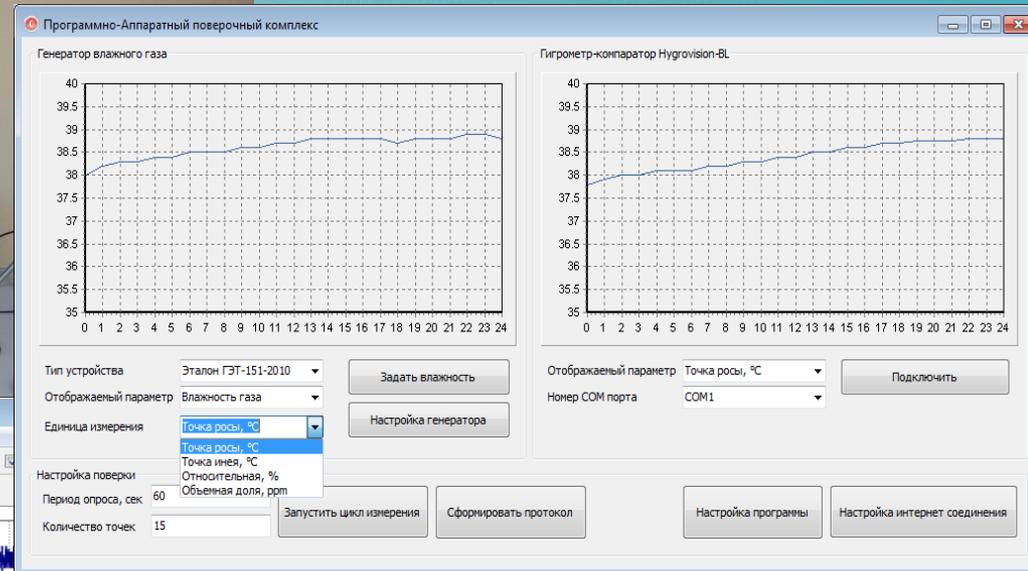
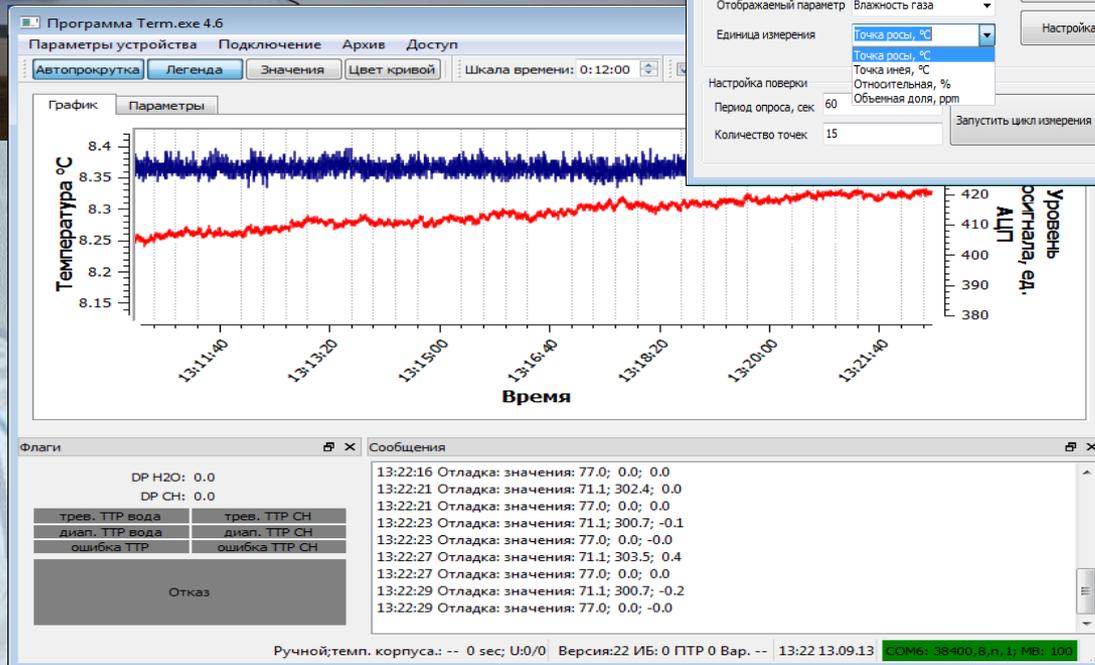
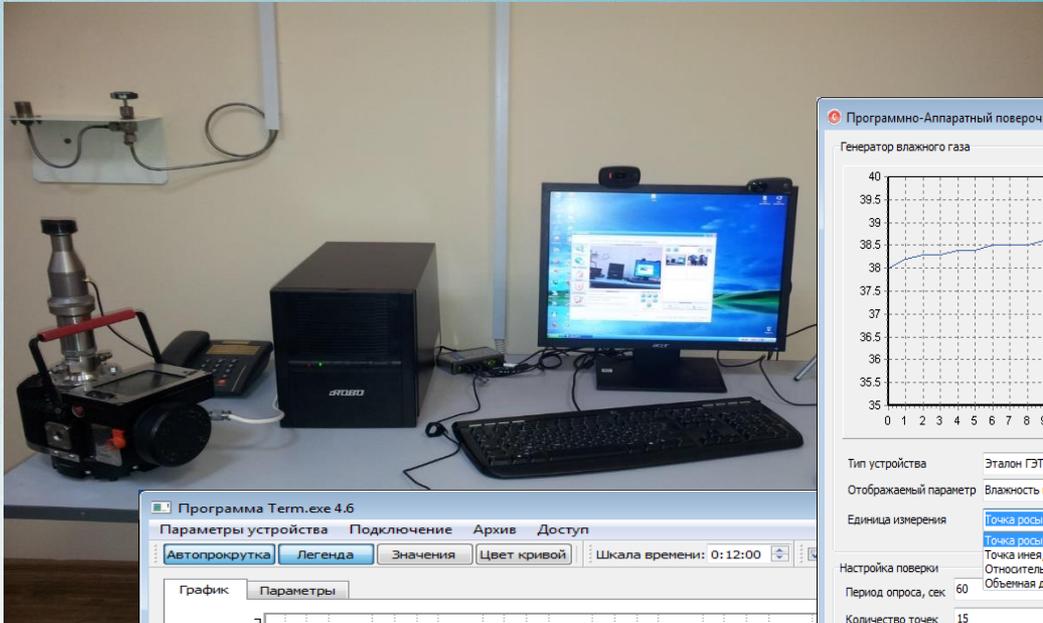
Изготовленные части генераторов влажного газа высокого давления



Основные метрологические характеристики

Основные характеристики	Текущие характеристики	Ожидаемые характеристики
Диапазон относительной влажности, %	5 ... 98	5 ... 98
Расширенная неопределенность относительной влажности (k=2), %	0,13 ... 0,2	0,13 ... 0,2
Диапазон объемной доли влаги, млн ⁻¹	0,1 ... 7·10 ⁵	0,1 ... 7·10 ⁵
Расширенная неопределенность объемной доли влаги, (относительная), %	0,7 ... 1,3	0,7 ... 1,3
Диапазон температуры точки росы/иней, °С	- 120 ... + 90	- 120 ... + 90
Расширенная неопределенность температуры точки росы/иней	0,04 ... 0,12	0,04 ... 0,12
Диапазон значений температуры конденсации углеводородных газов, °С	-	- 60 ... + 30 °С
Расширенная не-определенность (при k=2) температуры конденсации углеводородных газов, °С	-	0,05 ... 0,2
Диапазон давлений рабочего газа, МПа	2,0	30,0

Передача единицы в режиме удаленного доступа



Мобильный генератор влажного газа высокого давления



Выводы

Развитие эталонной базы влажности газов РФ не только идет в русле тенденций развития гигрометрии.

Выполнение намеченных мероприятий по совершенствованию эталона позволяет выполнить фундаментальные работы в области гигрометрии, в том числе получение государственных справочных данных о физических свойствах газов различного состава в широком диапазоне давлений и температур.

Спасибо за внимание!



ВНИИФТРИ