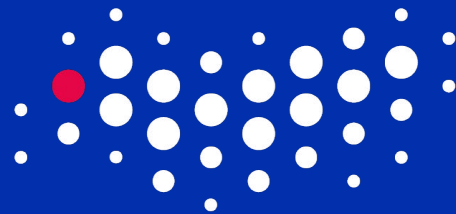


УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Санкт-Петербург, 2017

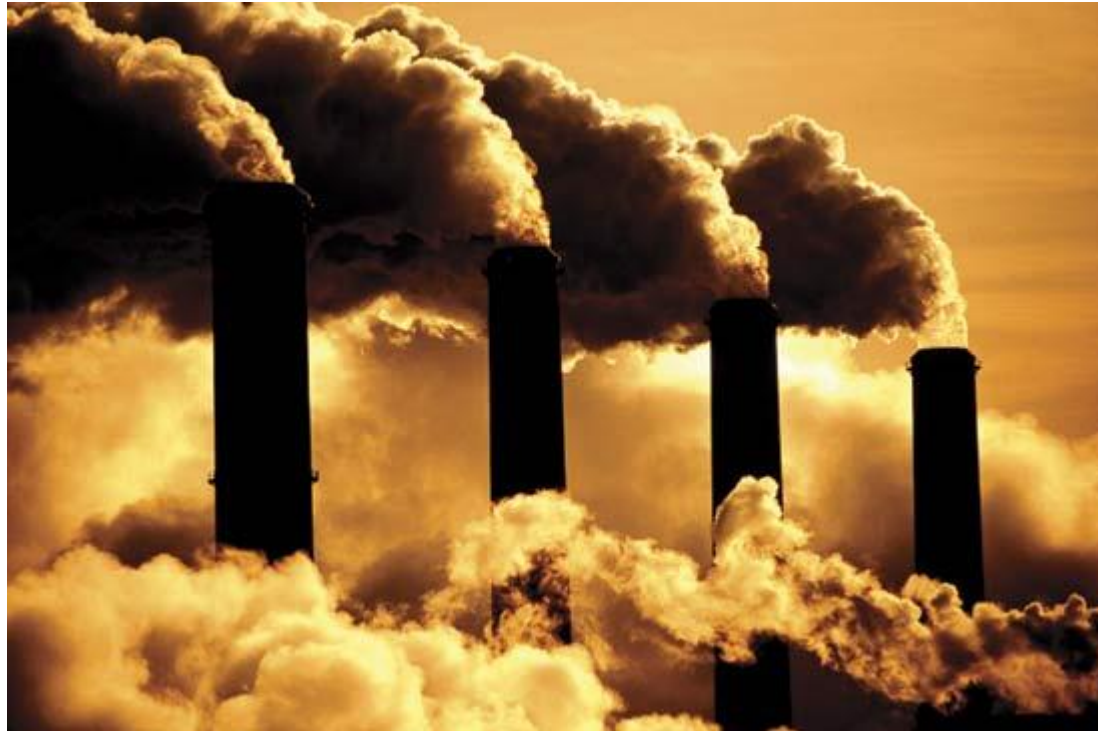


УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

*Разработка методики измерений  
содержания загрязняющих веществ в  
выбросах топливосжигающих установок  
промышленных предприятий*

Стрельников И.К.

Санкт-Петербург, 2017





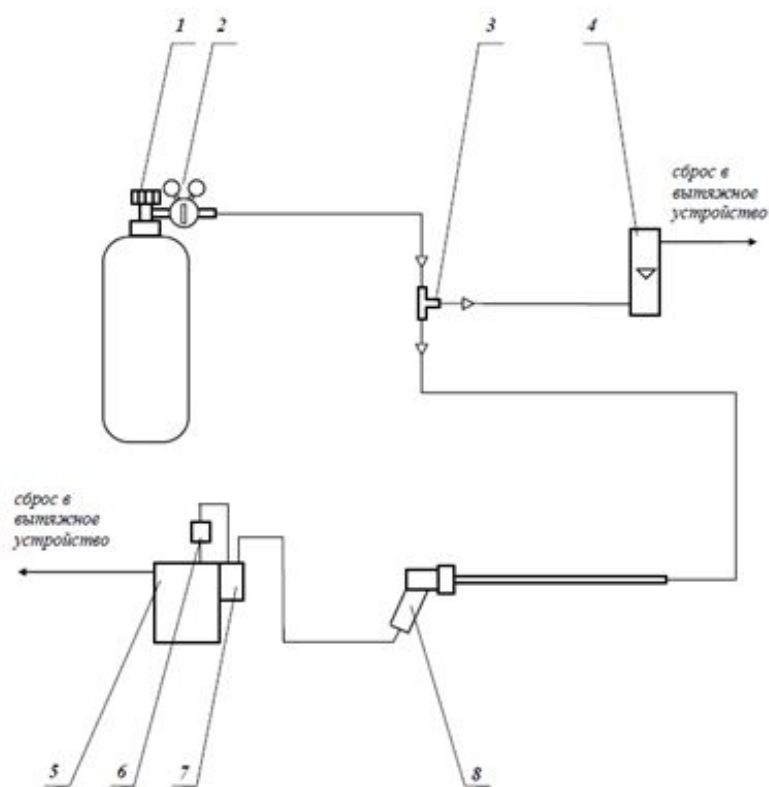
## ***Назначение и область применения МИ***

- контроль источников промышленных выбросов для определения массовой концентрации ( $\text{мг/м}^3$ ) или объёмной доли (% об.) загрязняющих веществ в целях экологического контроля;
- испытания газоочистительного оборудования для определения возможности снижения выбросов ЗВ.

# Метод измерений

Метод определения	Определяемый компонент	Диапазон показаний	Основная погрешность	Время установления показаний
Электрохимический	O <sub>2</sub>	0-25% об.	±0,2 % об.	3-5 мин
	CO	0-10000 млн <sup>-1</sup>	5-10 % отн.	
	NO	0-3000 млн <sup>-1</sup>	5-10 % отн.	
	NO <sub>2</sub>	0-500 млн <sup>-1</sup>	5-10 % отн.	
	SO <sub>2</sub>	0-5000 млн <sup>-1</sup>	5-10 % отн.	
Оптический	CO	0-10 % об.	5-15 % отн.	1-2 мин
	CO <sub>2</sub>	0-60% об.	10-15 % отн.	
	CH <sub>4</sub>	0-100 % об.	10-15 % отн.	
Пламенно-ионизационный	CH <sub>4</sub>	0-100 млн <sup>-1</sup>	±20 % отн.	1-2 мин
Хемилюминесцентный	NO	0-20 млн <sup>-1</sup>	5-20 % отн.	5-10 мин
	NO <sub>2</sub>			
	NO <sub>x</sub>			

# Подготовка к выполнению измерений



- 1 – ГС
- 2 – вентиль точной регулировки
- 3 – тройник
- 4 – индикатор расхода (ротаметр)
- 5 – контролируемый газоанализатор

- 6 – внешний фильтр очистки пробы из комплекта газоанализатора
- 7 – влагоотделитель (блок осушки) из комплекта газоанализатора
- 8 – пробоотборный зонд со шлангом из комплекта газоанализатора



# Метрологические характеристики газовых анализаторов

Определяемый компонент (ОК)	Диапазон показаний, мг/м <sup>3</sup> (млн <sup>-1</sup> )	Номинальное значение объёмной доли ОК ГС, млн <sup>-1</sup>	Пределы допускаемого отклонения от номинального значения, %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %	Источник ГС (состав и номер ГС по реестру ГСО или по перечню ЭС ВНИИМ)
Оксид углерода (СО)	0-500 (0-400)	200	±5	±(-0,0004X+1)	ГСО СО/Ν <sub>2</sub> № 9607-2010
	0-12500 (0-10000)	5000	±500 млн <sup>-1</sup>	±30 млн <sup>-1</sup>	ГСО СО/Ν <sub>2</sub> № 3815-87
Оксид азота (NO)	0-400 (0-300)	150	±5	±1,5	ГСО NO/Ν <sub>2</sub> № 9604-2010
	0-4000 (0-3000)	1500	±5	±1,5	ГСО NO/Ν <sub>2</sub> № 9604-2010
Диоксид азота (NO <sub>2</sub> )	0-100 (0-50)	25	±5	±1,5	ГСО NO <sub>2</sub> /Ν <sub>2</sub> № 9605-2010
	0-1000 (0-500)	225	±5	±1,5	ГСО NO <sub>2</sub> /Ν <sub>2</sub> № 9605-2010
Диоксид серы (SO <sub>2</sub> )	0-300 (0-105)	53	±10	±1,5	ЭС SO <sub>2</sub> /Ν <sub>2</sub> по Хд 2.706.138- ЭС1
	0-10000 (0-5250)	2625	±5	±1,5	ГСО SO <sub>2</sub> /Ν <sub>2</sub> № 9603-2010



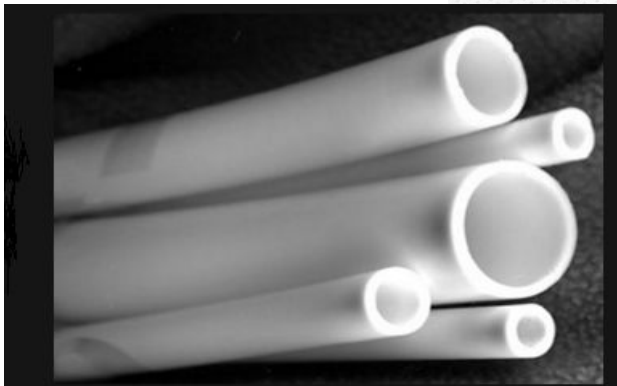
## *Коэффициенты пересчета*

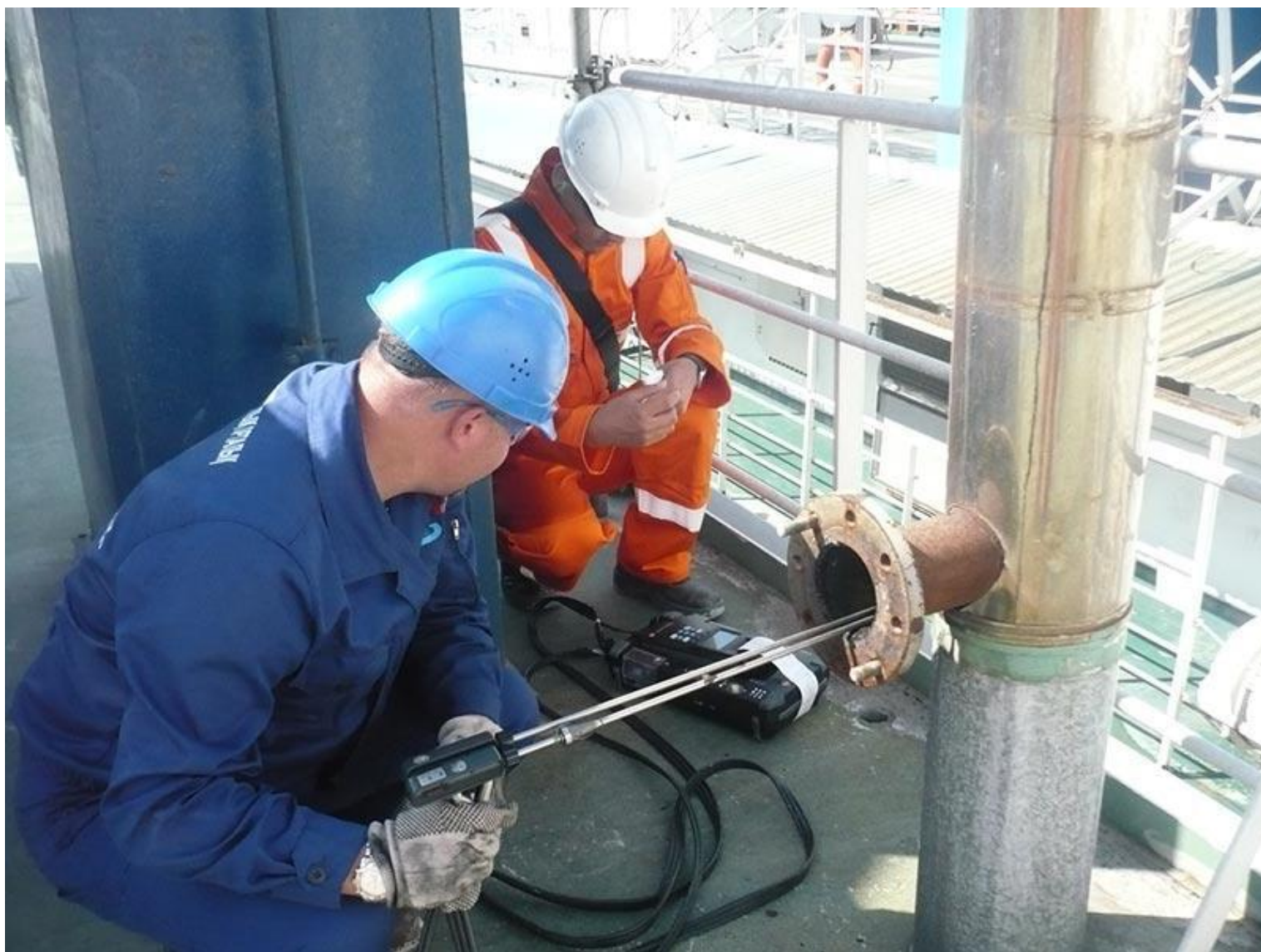
Вещ-во	CO	NO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
K(i)	1,25	1,34	2,05	2,86





## *Подготовка к выполнению измерений на месте отбора*





# Оформленные результаты измерений

Определяемый компонент (диапазон показаний газоанализатора)	Результат измерений,	Границы суммарной относительной погрешности	Результат расчета границ абсолютной погрешности	Варианты записи Результата измерений
CO (0–12500 мг/м <sup>3</sup> )	3524 мг/м <sup>3</sup>	±15 %	±529 мг/м <sup>3</sup>	(3,5±0,5) г/м <sup>3</sup> или 3,5 г/м <sup>3</sup> ; =±15 %
NO (0–4000 мг/м <sup>3</sup> )	310 мг/м <sup>3</sup>	±15 %	±47 мг/м <sup>3</sup>	(0,31±0,05) г/м <sup>3</sup> или 0,31 г/м <sup>3</sup> ; =±15 %
NO <sub>2</sub> (0–1000 мг/м <sup>3</sup> )	55 мг/м <sup>3</sup>	±25 %	±13,8 мг/м <sup>3</sup>	(55±14) мг/м <sup>3</sup> или 55 мг/м <sup>3</sup> ; =±15 %
SO <sub>2</sub> (0–15000 мг/м <sup>3</sup> )	85 мг/м <sup>3</sup>	±25 %	±21,3 мг/м <sup>3</sup>	(85±21) мг/м <sup>3</sup> или 85 мг/м <sup>3</sup> ; =±15 %



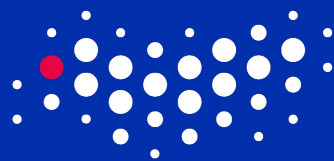
## *Результаты измерений при различных условиях*

Определяемый компонент (диапазон показаний газоанализатора)	Результат измерений при полной схеме подключения	Результат измерений при отсутствии м/к фильтра	Результат измерений не при максимальной температуре
CO (0–12500 мг/м <sup>3</sup> )	3524 мг/м <sup>3</sup>	4389 мг/м <sup>3</sup>	3000 мг/м <sup>3</sup>



## Заключение

- Были рассмотрены наиболее часто используемые методы измерения загрязняющих веществ, выбрасываемых промышленными предприятиями
- Исходя из обзора методов, был выбран наиболее подходящий к условиям измерения выбросов топливосжигающих установок
- Был выработан алгоритм и разработаны основные требования к проведению измерений по данной методике



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

**Спасибо за внимание!**

Санкт-Петербург, 2017