

**О производственных возможностях
«ЭлМетро» для изготовления продукции
в целях технологического суверенитета.**

**Метрологическое обеспечение узлов
учёта расхода жидкостей и газов**

Александров Антон Владимирович
Начальник департамента продаж

Полный цикл разработки



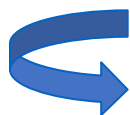
Аналитический обзор



Разработка



Испытания



Сертификация

Более **210** специалистов
50 разработчиков
5 кандидатов наук

70% - с высшим образованием

ЭлМетро = Электроника + МЕТРОлогия

Основные направления



Первичное оборудование



Функциональное вторичное оборудование



Метрологическое оборудование, метрологические и учебные стенды



Проектный инжиниринг

Многопараметрические
кориолисовые расходомеры
ЭЛМЕТРО-Фломак

Газовые ультразвуковые
расходомеры
ЭЛМЕТРО-Флоус

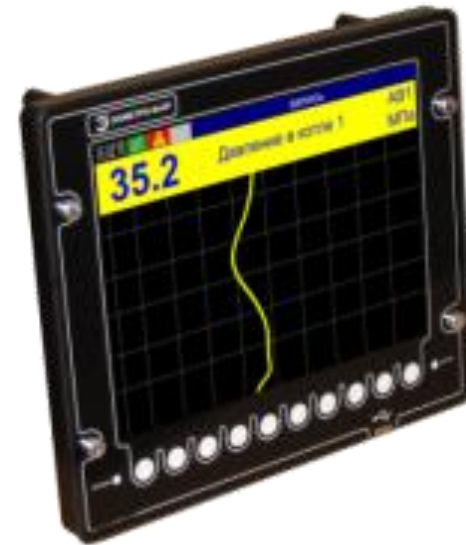
Вибрационные сигнализаторы
плотности и уровня
ЭЛМЕТРО-ВСПУ

Радарные уровнемеры
ЭЛМЕТРО-РПУ



Функциональное вторичное оборудование

Видеографические
регистраторы
ЭЛМЕТРО-ВиЭР

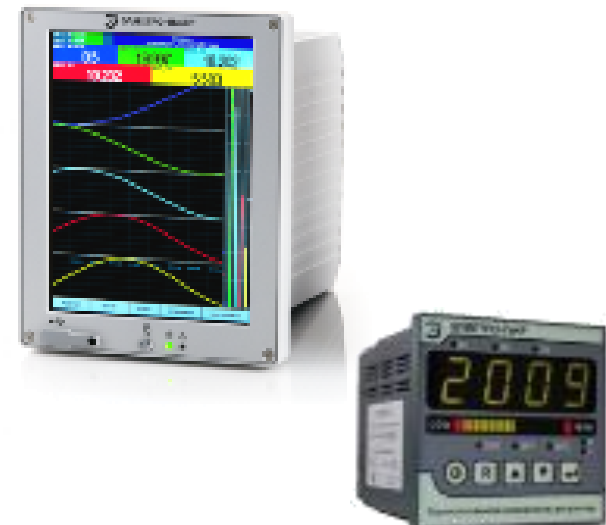


Модули ввода-вывода
ЭЛМЕТРО-MBV

Технологические измерители-
регуляторы
ЭЛМЕТРО-ТеИР



Источники питания
ЭЛМЕТРО-ИПТ



Метрологическое оборудование, метрологические стенды

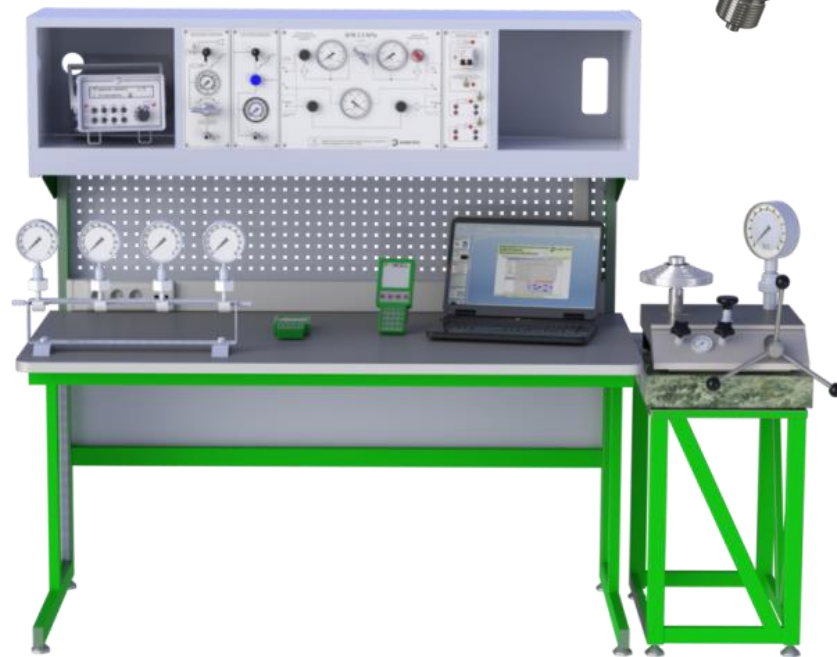


Портативный
многофункциональный
калибратор
ЭЛМЕТРО-Паскаль-03



Калибратор-контроллер
давления
ЭЛМЕТРО-Паскаль

Калибратор давления
пневматический
ЭЛМЕТРО-Паскаль-05



■ ■ ■

Комплексные проекты автоматизации

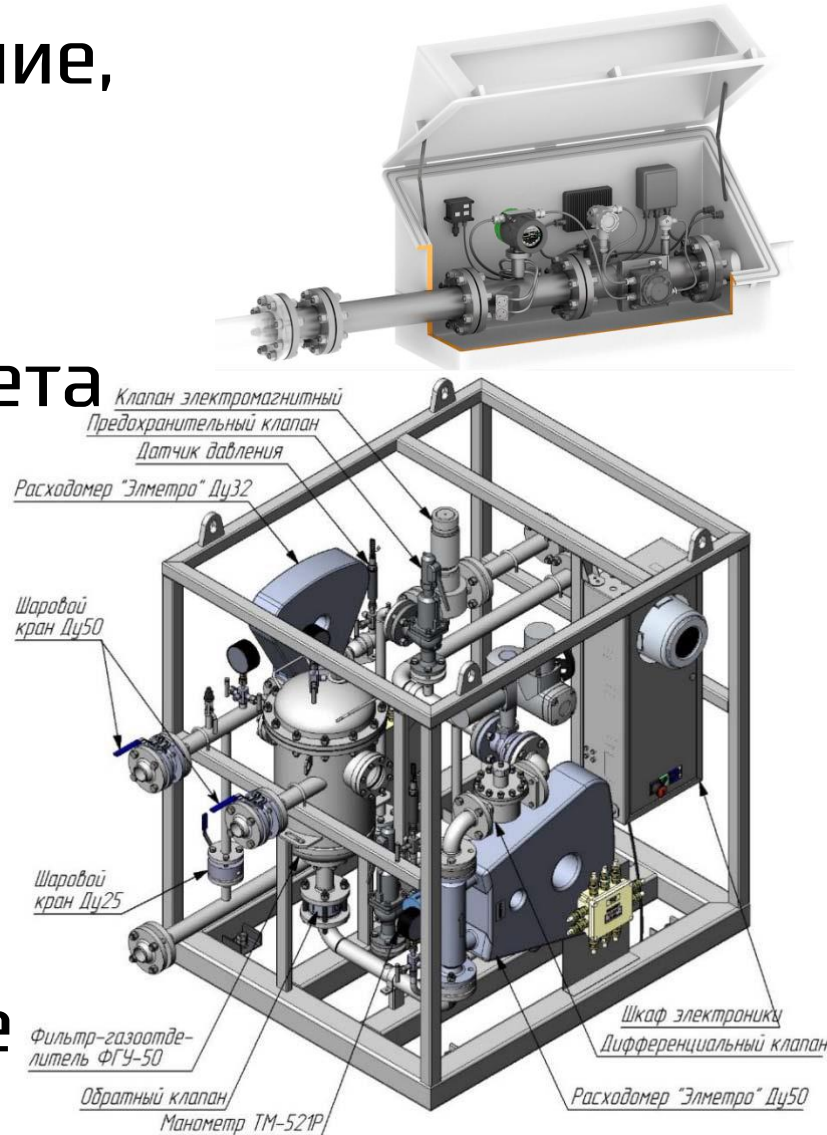


Предпроектное обследование,
составление подробного
технического задания

Проектирование систем учета
и управления
технологическими
процессами

Монтажные и
пусконаладочные работы

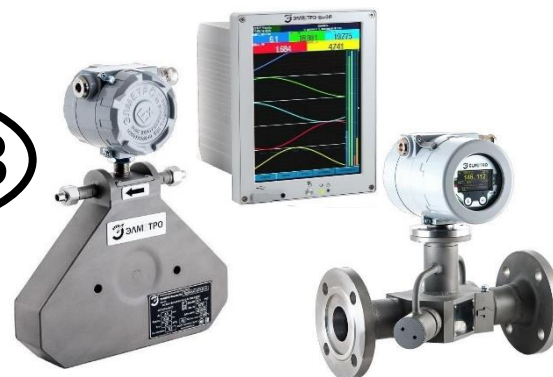
Гарантийное обслуживание
поставленных систем



От лаборатории университета к Группе компаний



2008-2023



Создание
комплекса
приборов
для **Н & Г**
отрасли

2008

+

ЭЛЕКТРОНИКА
МЕТРОЛОГИЯ
ЭЛМЕТРО

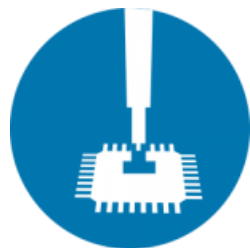
Создание
торговой марки

1996-2008

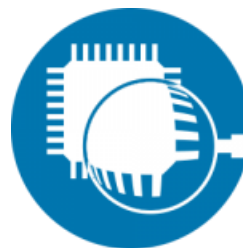


Контрактные НИОКР и производство **для известных брендов** в сфере промышленной автоматизации.
Более 1.5 млн. электронных модулей и приборов произведено

Полный цикл производства



Поверхностный монтаж



Визуальный контроль



Навесной монтаж



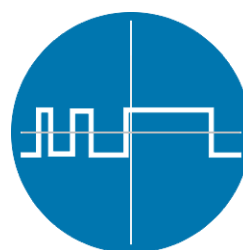
Функциональный контроль



Влагозащита



Термонаработка



Окончательная проверка



Госповерка

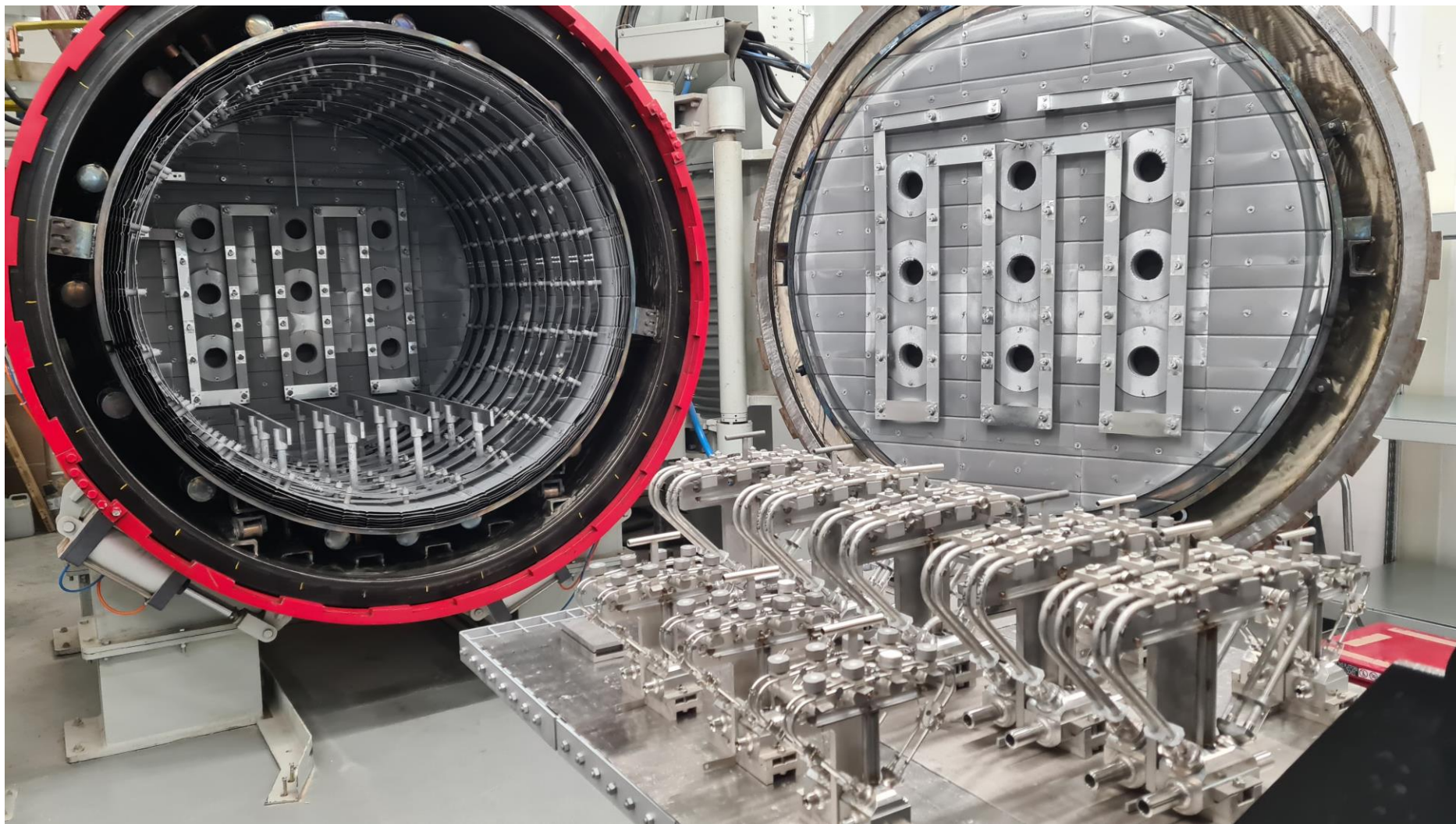
Производство и контроль продукции ЭлМетро



Полный цикл разработки и производства

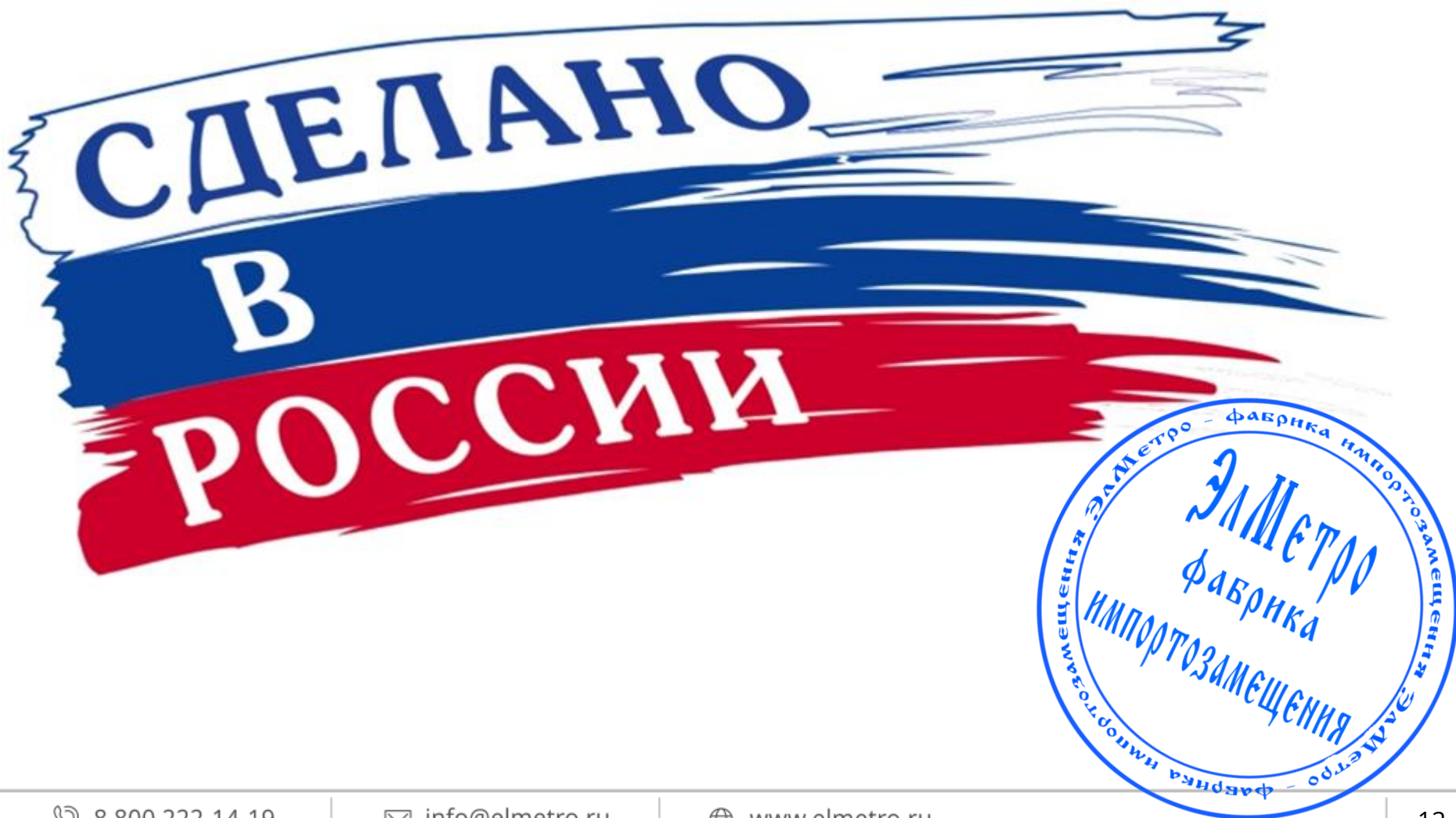


Полный цикл производства



Возможность обслуживания поставляемой продукции

в течение всего жизненного цикла !!!

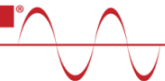


Многопараметрический расходомер для измерения массового расхода, плотности и температуры **ЭЛМЕТРО-Фломак**



ФОНД СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ
малых форм предприятий в научно-технической сфере



HART 
COMMUNICATION PROTOCOL



Технические характеристики кориолисовых расходомеров

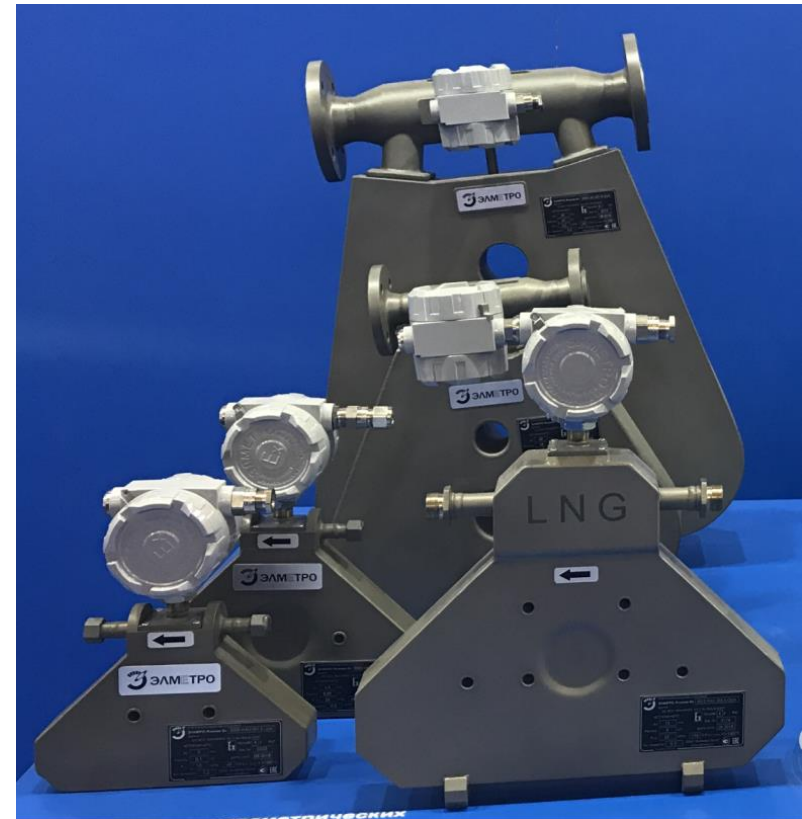
- » Измеряемая среда: жидкость/газ
- » Ду: **2...200 мм (От 0,8 до 1 100 000 кг/ч)**
- » Класс точности: **0.1, 0.15**, 0.2, 0.5 %
- » Давление измеряемой среды: **до 25 МПа (50МПа)**
- » Температура измеряемой среды: **-200...250 °C**
- » Диапазон измерения плотности: 1...2000 кг/м³
- » Погрешность измерения плотности: **±0,3**, ±1, ±2 кг/м³
- » Погрешность измерения температуры: ±1 °C
- » Пылевлагозащита: IP65, **IP67**
- » Уровень полноты безопасности: SIL2
- » Межповерочный интервал - 4 года



Развитие сенсорики кориолисовых расходомеров ЭЛМЕТРО-Фломак



- ✓ Полностью российское производство
- ✓ Опция - исполнение из **Хастеллоя** и **PTFE** (на сероводород и кислоты)
- ✓ Компенсация влияния давления измеряемой среды
- ✓ Компенсация показаний плотности по скорости потока
- ✓ **Детектирование разрыва потока**
- ✓ Интеллектуальная самодиагностика
- ✓ **Замена импортных аналогов один-в-один**
- ✓ Устойчивость к газовым включениям
- ✓ Вычисление обводнённости и концентрации компонентов
- ✓ Ёмкостная клавиатура для конфигурирования в Ex-зоне
- ✓ **Возможность работы в атмосфере/среде с содержанием сероводорода**

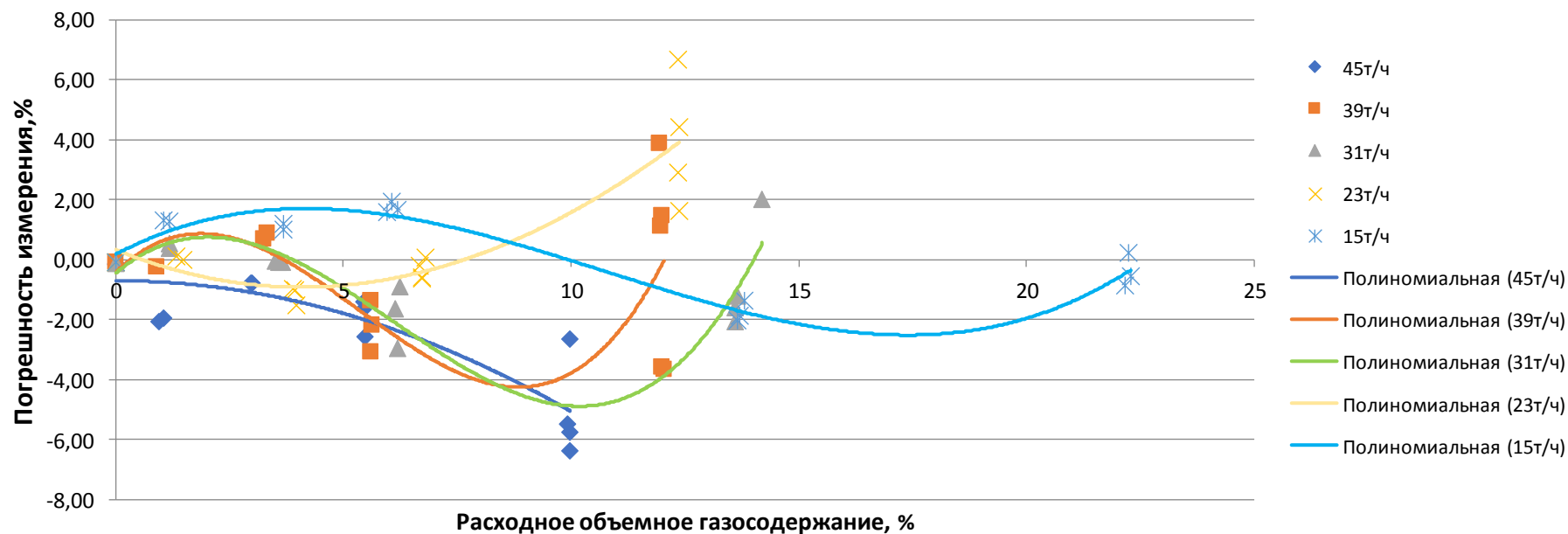


Исполнение с видео- графическим регистратором в качестве трансммитера

- Удобство настройки (аналогично ПК) расходомера и индикации показаний
- Контроль несанкционированного вмешательства в работу массомера «ЭлМетро-Фломак» - **архив данных недоступен для редактирования и удаления!**
- Формирование суточного (почасового) отчета с привязкой к реальному времени
- Сложная математическая обработка
- 8"- TFT емкостной Touch-screen – дисплей
- Функция управления / регулирования



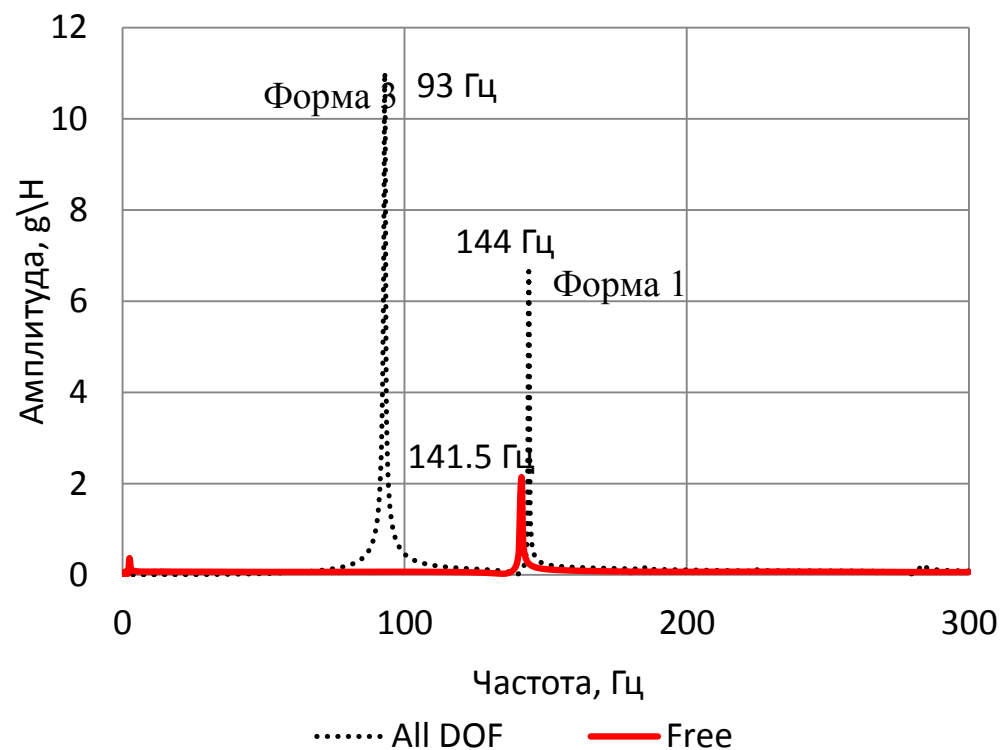
Погрешность измерения массового расхода при включной коррекции



Работоспособность при любом % содержания газа, высокая повторяемость с точностью до 0.5% при объемной доле газа до 10%.

Самодиагностика расходомера:

- Анализ собственных частот и их соотношения самим прибором позволяет диагностировать уход метрологических характеристик колебательной системы и расходомера в целом.
- Это обеспечивает раннее предупреждение о проблемах измерений или, наоборот, может свидетельствовать о сохранении калибровочной характеристики за пределами межповерочного интервала



Рождение уникального

имитационного метода поверки



- » Сохранение класса точности после проведения имитационной поверки
- » Бездемонтажная поверка - возможность проведения поверки без остановки процесса
- » Демонтажная поверка
- » Самодиагностика
- » Требуется только ПК



Утвержденная МП превосходит возможности всех существующих конкурентов.

В расходомере реализована функция самодиагностики состояния расходомера SMART Care System, основанная на комплексном анализе изменения механических и электрических свойств компонентов расходомера, влияющих на точность измерения.



- » Автоматически проводится полная самодиагностика частей расходомера (более 50 параметров датчиков и электрических цепей расходомера)
- » Вычисляется интегральный параметр изменения электромеханических свойств расходомера ϵ
- » Автоматически формируется протокол поверки с сохранением или расширением класса точности по сравнению с первичной поверкой

В случае отрицательного результата или вибрации или флуктуациях проводится демонтажная поверка

ЭЛМЕТРО-Фломак в блочных установках дозирования

Точное дозирование реагентов и присадок!
Измерение малых расходов, вплоть до 400 г/ч с погрешностью 1%.
Давление среды до 50 МПа.

ЭЛМЕТРО-Фломак в составе:

- » дозирующих комплексов точного измерения ингибиторов коррозии и предотвращения гидратообразования;
- » установок одоризации газа



ЭЛМЕТРО-Фломак в блочных установках дозирования



Опыт применения :



Слив/Налив



Измерение АГЗУ/СИКН и др.



Колонки

Измерение компримированного природного газа

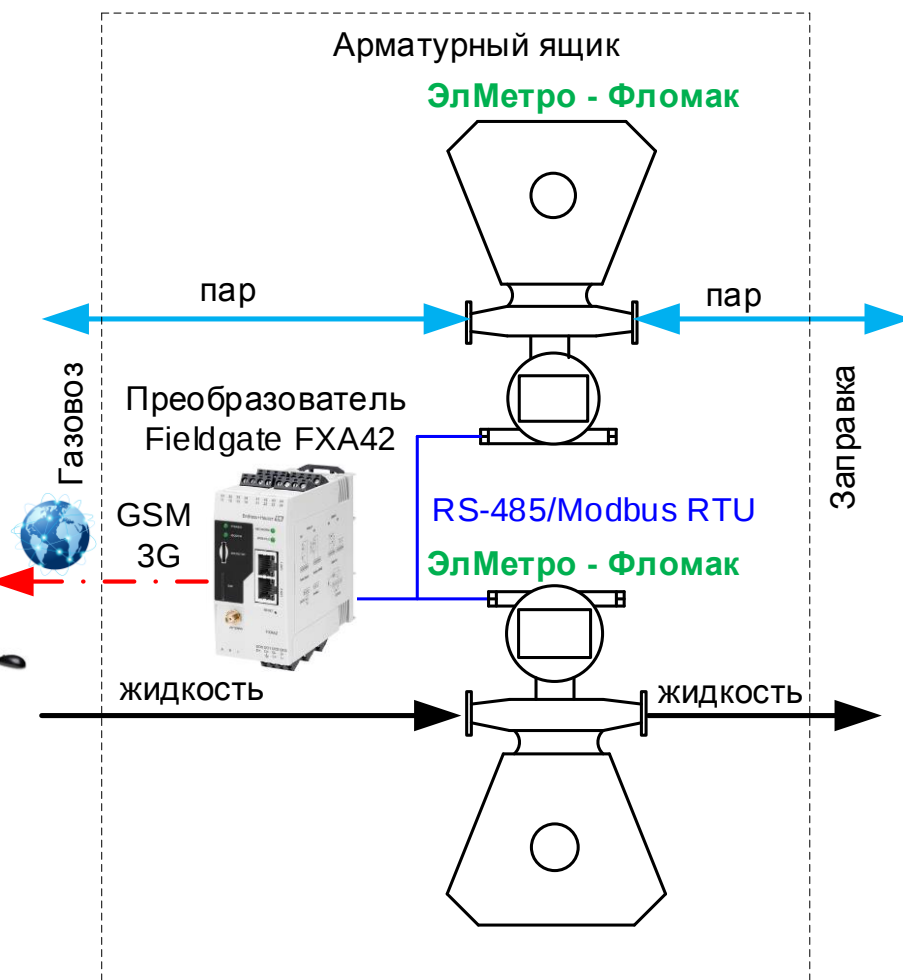
Успешная реализация проекта кориолисовых расходомеров для *газомоторного топлива*:

- » Давление до 25 МПа, Ду15 мм
- » Более 150 расходомеров для КПГ поставлено для топливораздаточных колонок АГНКС и измерительных узлов ПАГЗ

Разработаны и изготовлены первые образцы криогенных (до -200°C) приборов для сжиженного природного газа (СПГ)



Массомеры ЭЛМЕТРО-Фломак устанавливаются на линиях паровой и жидкой фазы СУГ полуприцепов-цистерн и подключаются по цифровому интерфейсу RS-485 к приборам передачи данных.



Массомеры ПФ и ЖФ и узел GSM
диспетчеризации данных и управления
донными клапанами.



ЭЛМЕТРО-Фломак.

Замена импортных аналогов



Программная часть

Расходомер поддерживает два режима работы по протоколу Modbus: Фломак и MMI. Режим MMI позволяет применять расходомеры ЭЛМЕТРО-Фломак в системах АСУ, настроенных на работу с расходомерами MicroMotion без перенастройки АСУ.

Код функции	Имя в соответствии со спецификацией Modbus	Режим	Применение
0x01	READ COILS	MMI	Чтение текущего состояния битов конфигурации и флагов состояния
0x03	READ HOLDING REGISTERS	Фломак/ MMI	Чтение текущего значения измеряемых величин и прочих параметров расходомера
0x04	READ INPUT REGISTERS	Фломак/ MMI	
0x05	WRITE SINGLE COIL	MMI	Запись битов конфигурации
0x06	WRITE SINGLE REGISTER	Фломак/ MMI	Запись значений параметров, имеющих целый тип
0x0F	WRITE MULTIPLE COILS	MMI	Запись битов конфигурации
0x10	WRITE MULTIPLE REGISTERS	Фломак/ MMI	Запись значений параметров с плавающей запятой, запись нескольких параметров

АКТ

испытаний совместимости протокола MODBUS RTU массового кориолисового расходомера ЭЛМЕТРО-Фломак и SCADA RealFlex4 Газоперерабатывающего завода ООО «Газпром добыча Оренбург»

Место проведения испытаний: установка У-110 ГПЗ, г. Оренбург

Дата проведения испытаний: 08/09/2015

Объекты испытаний:

1. У-110 ГПЗ: SCADA RealFlex4
2. ЭлМетро-Фломак: Электронный блок массового кориолисового расходомера ЭЛМЕТРО-Фломак-Ex-S 015-LAU-201-S-LU. Заводской номер 250. С версией ПО модуля процессора 3.1.14 rev16 от 17.07.2015.

Цель испытаний: Проверка совместимости по протоколу MODBUS RTU расходомера ЭЛМЕТРО-Фломак и SCADA RealFlex4.

Описание системы: расходомер ЭЛМЕТРО-Фломак был подключен к SCADA RealFlex4 установки У-110 в имитационном режиме (вместо реального сенсора к расходомеру был подключен имитатор сенсора).

В ходе тестирования были проверены:

1. Взаимодействие расходомера ЭЛМЕТРО-Фломак с программой конфигурирования ProLinkII (режим Modbus RTU):
 - 1.1. Режим Connect (адрес 1, 9600 бод, четность – нет).
 - 1.2. Режим «Чтение основных параметров» (массовый расход, плотность, температура, ...).
 - 1.3. Режим Установка отсечек расходов.
 - 1.4. Установка единиц массового и объемного расходов.
 - 1.5. Запись/чтение тэга.
2. Взаимодействие расходомера ЭЛМЕТРО-Фломак с программой сбора данных SCADA RealFlex4 Version: 4.28d установки У-110.
 - 2.1. Опробование на тестовой машине (SCADA RealFlex4 установлена и подключена к имитатору расходомера). Было проверено, установление связи по разным адресам (2,3,4); на разных значениях расходов; с визуальным контролем параметров значений: массовый мгновенный расход, сумматор массы, плотность, температура. Ошибок связи при взаимодействии не выявлено (статистика обмена SCADA RealFlex4).
 - 2.2. Расходомера ЭЛМЕТРО-Фломак был подключен в заводскую систему сбора данных SCADA RealFlex4 в качестве 110FQ11 (в системе 3-е цифровых устройства типа MicroMotion CMF300). Был проведен контроль параметров по п.2.1. Ошибок связи, некорректной работы расходомера ЭЛМЕТРО-Фломак как компоненты системы не выявлено.

Вывод: все тесты проведены успешно, ошибок и сбоев не обнаружено, подтверждена совместимость по протоколу MODBUS RTU расходомера ЭЛМЕТРО-Фломак и SCADA RealFlex4 установки У-110.

Состав участников:

От ООО «Газпром добыча Оренбург», Газоперерабатывающий завод:
Главный метролог

Е.В. Смельцов

Начальник участка

А.П. Батманов

Заместитель начальника цеха
КИП

А.В. Андрианов

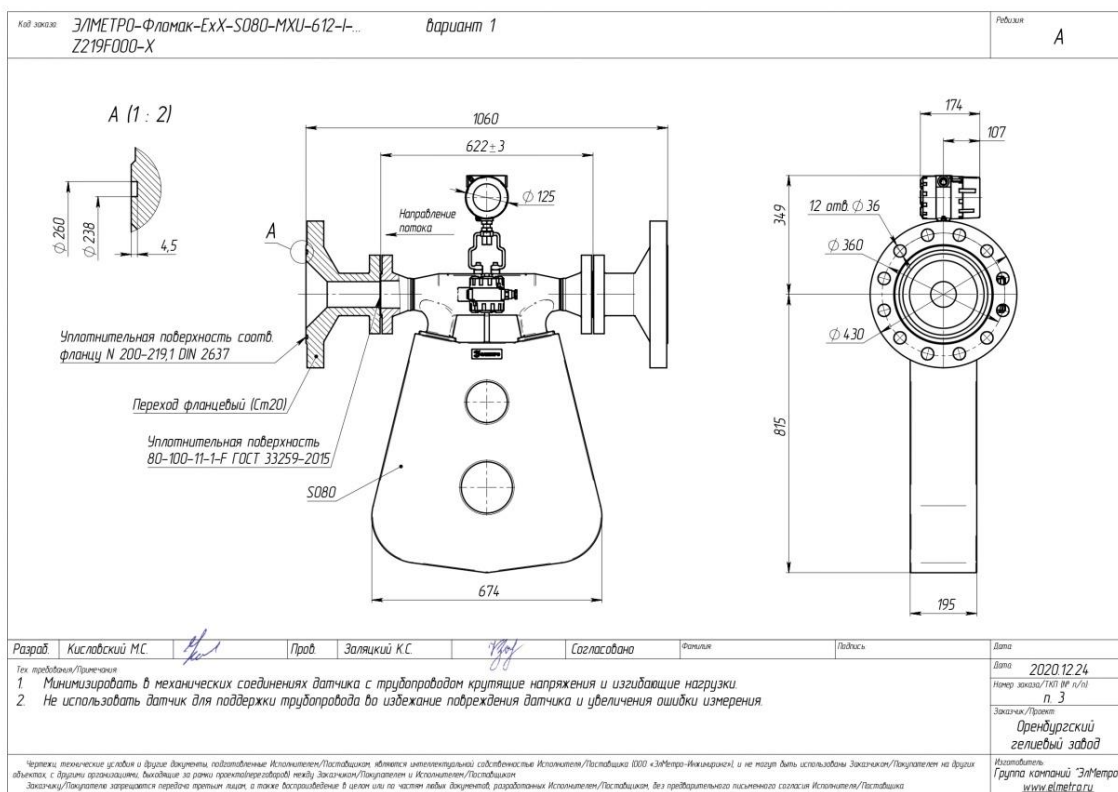
От группы компаний «ЭлМетро»
Главный специалист

А.А. Логиновский

Начальник отдела ДА

Л.И. Белов

Аппаратная часть



Взаимозаменяемость обеспечивается на выбор применением конусных переходов с фланцами любого стандарта или изготовлением расходомеров с заданным межфланцевым расстоянием.

Замена СМФ300 один-в-один



Кориолисовый расходомер ЭлМетро-Фломак



**Один из самых успешных
и востребованных
продуктов ЭлМетро**



Автоматический потоковый плотномер

- » Диапазон измерений плотности жидкости от 300 до 1300 кг/м³ (600...1250 кг/м³ – калибруемый диапазон по МИ 2898-2004)
- » Точность измерения плотности:
±0,3 кг/м³

Применение:

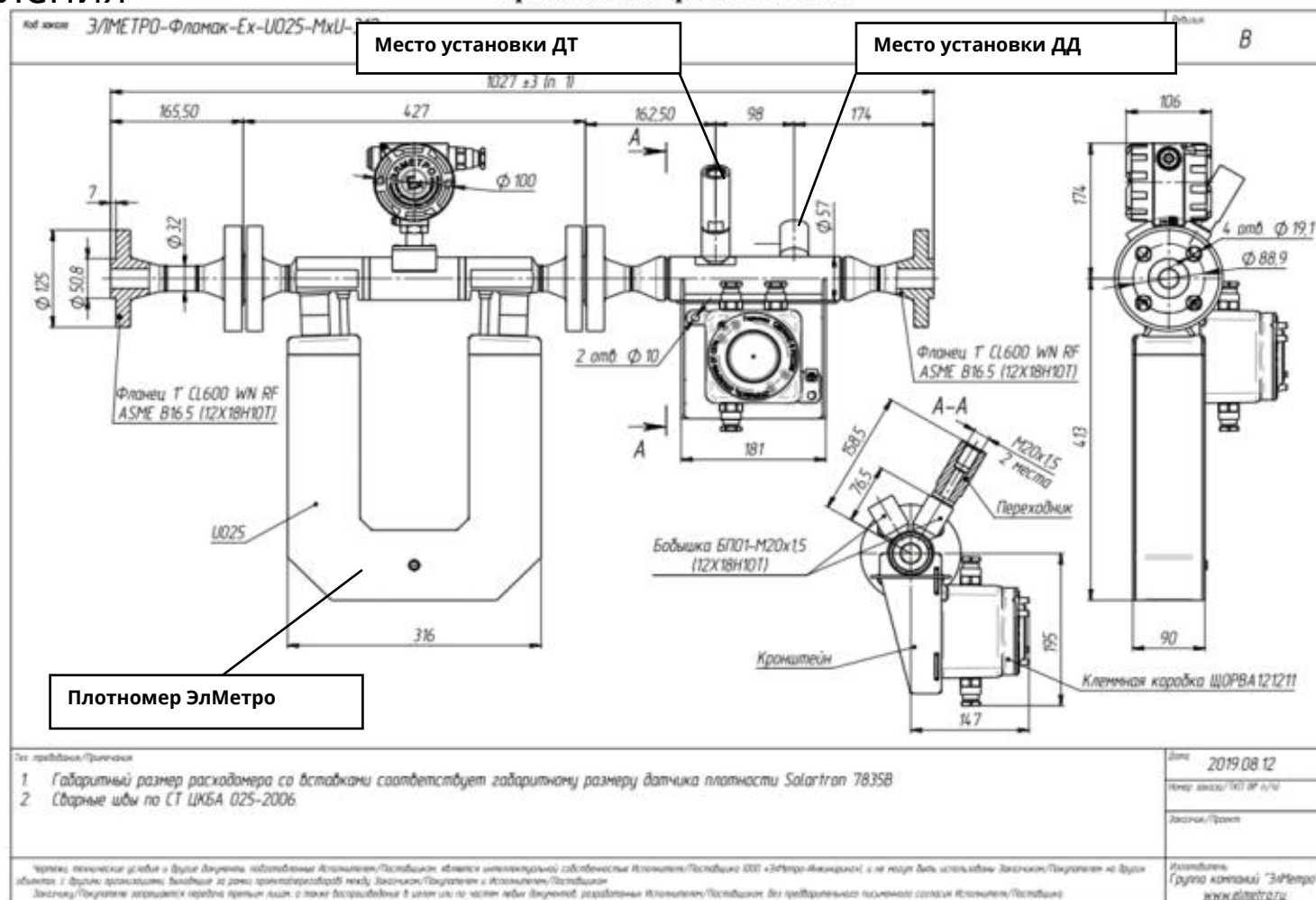
- » существующие системы с вычислителями Floboss, АБАК+, Октопус-Л, ИМЦ-07 и др. на замену плотномера Solartron 7835/7845/7847
- » блок измерения качества нефти в СИКН, СИКНС;
- » Измерение плотности жидкости в различных технологических системах



Плотномер со вставками

Чертеж плотномера со вставками для подключения датчиков температуры и давления

Чертеж плотногомера со вставками



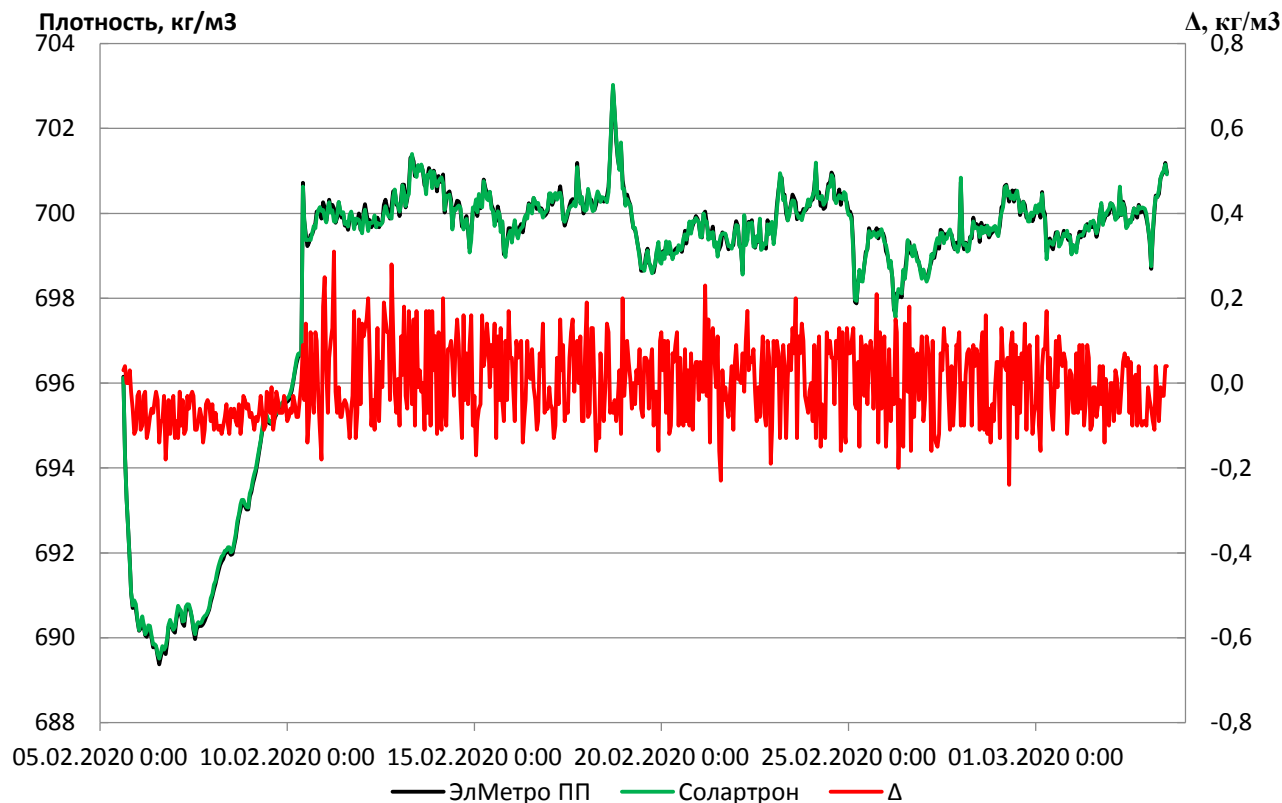
Эксплуатационные испытания плотномера на рабочей среде НГКС

Испытуемый плотномер ЭлМетро и контрольный
Солартрон 7835 в составе блока контроля качества



Результаты измерений электронных журналов

После выполнения калибровки испытуемого ПП в рабочих условиях по результатам измерений контрольного Солартрон 7835 значение отклонения плотности в течение следующего месяца испытаний составило не более «0.3» кг/м³



Ультразвуковые газовые расходомеры ЭЛМЕТРО-Флоус



Технические характеристики УЗ расходомеров ЭЛМЕТРО-Флоус

- Измеряемая среда: газы, газовые смеси, влажные газы
- Погрешность измерения в рабочих условиях:
 $\pm 0,5...2,0\%$ в зависимости от исполнения
- Давление (изб.) измеряемой среды: - **0,05...10 МПа**
- Скорость потока: от 0,1 до 45 м/с
- Температура измеряемой среды: -70...120 °С
- Динамический диапазон: **от 1:100 до 1:400**
- Взрывозащита: 1 Ex db IIB T6...T4 Gb X,
1 Ex db IIC T6...T4 Gb X
- Выходные сигналы: 4...20 мА, дискретный,
частотно-импульсный, RS-485 (Modbus RTU)
- Широкий диапазон питания: 20...140 VDC/80...250 VAC
- Имитационный метод поверки



Особенности ультразвуковых расходомеров ЭЛМЕТРО-Флоус

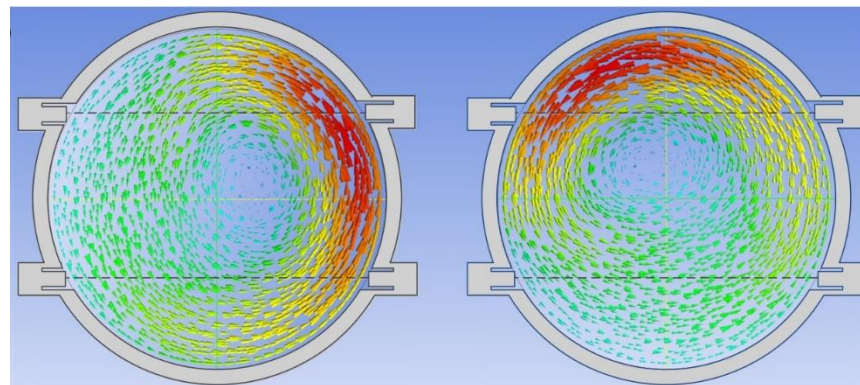
- **Встроенный вычислитель в электронном блоке расходомера** (MP113, MP118, ГОСТ 30319, ГОСТ 8.611-2013 и др.) с коррекцией по температуре и давлению. Среда – природный газ, попутный нефтяной газ, смеси углеводородных газов, чистые газы (Ar, N₂, H₂, ...), воздух и др.
- **Самодиагностика и контроль качества сигнала**
- **Поверка имитационным методом**
- Измерение прямых и реверсивных потоков
- Регистрация в журнале показаний, ошибок, изменение настроек и питания, часы реального времени
- Ёмкостная клавиатура для конфигурирования в Ex-зоне
- **Решения для агрессивных сред и сред с капельной фракцией**



Погрешность при рабочих условиях, в зависимости от метода поверки

Класс	Традиционная поверка		Имитационная поверка	
	выше 3% Q_{max}	ниже 3% Q_{max}	выше 3% Q_{max}	ниже 3% Q_{max}
A	0,5	1,0	0,7	1,2
B	0,7	1,4	0,9	1,6
C	1,0	2,0	1,3	2,6
D	1,5	3,0	1,8	3,6
F	3,0	6,0	3,5	7,0

ЭЛМЕТРО-Флоус, Ду100 мм,
прямой участок 10 Ду
без формирователя потока.



Погрешность в зависимости от кол-ва лучей и объёмного расхода
при РУ (% от Q_{max}), %

Тип МС	4 луча			2 луча		
	4%	40%	80%	4%	40%	80%
Задвижка 0°	0,17	0,37	0,13	0,26	0,51	0,26
Задвижка 90°	0,17	0,37	0,16	0,26	0,49	0,19
Колено 0°	0,23	0,78	0,39	0,35	0,97	0,43
Колено 90°	0,18	0,58	0,22	0,24	0,7	0,37
Двойное колено 0°	0,52	1,24	0,81	0,78	1,7	1,24
Двойное колено 90°	0,45	0,31	0,24	0,61	0,4	0,36

Гармонизация требований к расходомеру с ГОСТ 8.611

Стандарты ГОСТ 8.611-2013 и СТО Газпром 5.2-2005 описывают требования к построению ИЛ. Так, при наличии местных сопротивлений не закручивающих поток длина прямолинейного участка до УЗПР должна быть не менее $30D_n$



Расходомеры ЭЛМЕТРО-Флоус изначально Сертифицированы без привязки класса точности расходомера к количеству лучей.

При первичной поверке все расходомеры удовлетворяют требованиям точности 0.5%

Стандартами предусмотрена возможность уточнения требований к измерительной линии требованиями производителя УЗПР, возможность калибровки расходомера с частью ИЛ.

Выбор параметров ИЛ и УЗПР по классу точности

В РЭ приведены результаты газодинамических расчетов для выбора параметров расходомера и измерительной линии, исходя из требуемого класса точности

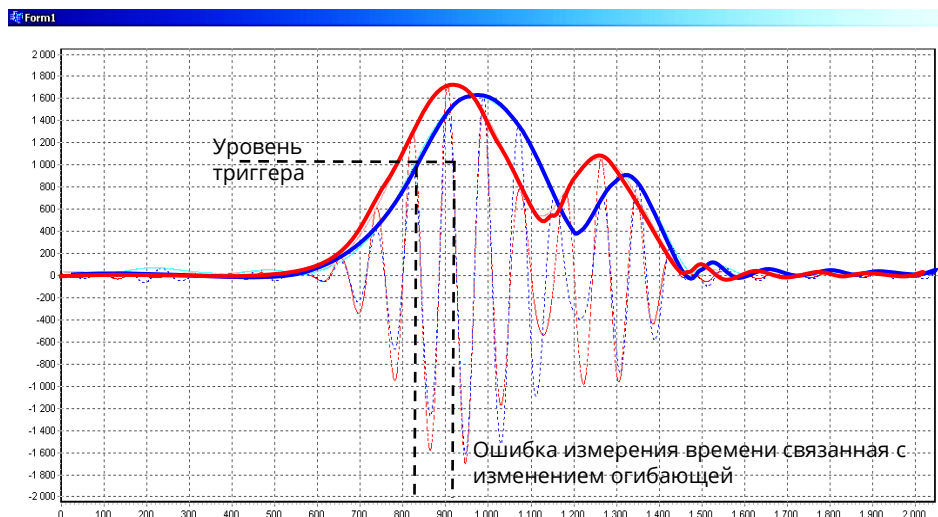
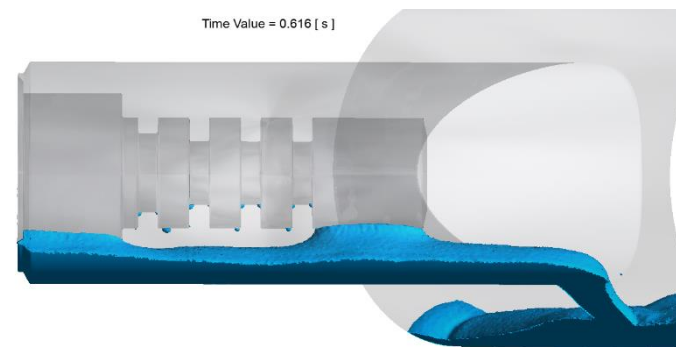
Пример из
Руководства по
эксплуатации:

Требования к
составу
измерительной
линии после
одиночного
колена, угол 90

Кл.точности	Длина ПУ, Ду	Кол-во лучей
A(0.5%)	36	2
	20	4
B(0.7%)	30	2
	17	4
C(1.0%)	29	2
	10	4
D(1.5%)	27	2
	2	4

В реальных условиях эксплуатации на расходомер воздействуют агрессивные среды, взвешенные капли жидкости, отложения и даже пролетающие тряпки, а также помехи, градиенты температур и давления.

**Расходомер ЭЛМЕТРО-Флоус
изначально проектировался
на работу в сложных условиях.**



- При изменении условий меняется собственная частота излучателя, набирает погрешность измерения времени прихода.
- Амплитудная нестабильность ведет к дополнительной некомпенсированной погрешности
- Шум от регуляторов потока близок по частоте к полезному сигналу

Испытания в Уральском Региональном Метрологическом Центре



Были проведены испытания в УРМЦ ООО "Газпром трансгаз Екатеринбург" ПАО "Газпром".

Подтверждены метрологические характеристики расходомера в реальных условиях применения на магистральном газопроводе.

УРАЛЬСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Протокол калибровки

Аттестат аккредитации в Системе
калибровки средств измерений
ПАО "Газпром"
№ 090007 до 12.11.2023

Заказчик: ООО «ЭлМетро Групп»

Номер сертификата: К-2020.12-015

Основание: Договор № 33-2020 от 28.06.2020

Дата калибровки: Декабрь 16, 2020

Испытуемый счетчик

Производитель: ООО «ЭлМетро Групп»
Тип: Расходомер-счетчик газа ультразвуковой
Модель: ЭЛМЕТРО-Флоус-4-Ех-100
Серийный номер: 00119
Год производства: 2020
Ду [мм]: 100
Диапазон измерений, м³/ч: 32 - 650
Коэффициент счетчика, имп/м³: 22500,000

с применением эталона:

Эталон единицы объемного расхода газа 1 разряда в диапазоне значений 32...10000 м³/ч.
Рег. № 3.2.ВМ.Ч.0001.2017 (Установка поверочная для счетчиков газа УРМЦ - 10000).

Методика калибровки: МК 29-001-2019 «ОЕИ. Методика калибровки. Ультразвуковые расходомеры и счетчики газа»,
утв. 18.12.2019 г.

При следующих значениях влияющих факторов

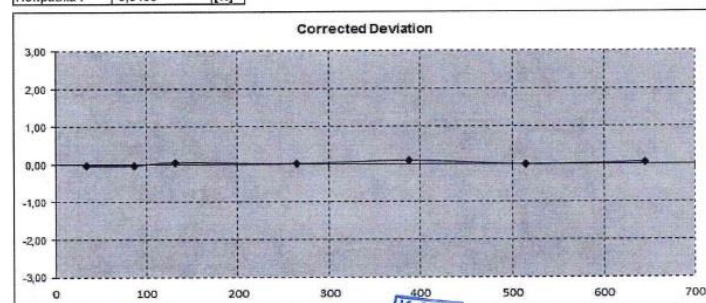
Среды:	Природный газ
Давление пов. среды, бар	56,72
Температура пов. среды, °C	9,80
Плотность пов. среды, кг/м³	46,12
Коэффициент сжимаемости	0,877
Температура окр. среды, °C	19
Атмосферное давление, кПа	100,0
Отн. влажность окр. воздуха, %	59

Результаты калибровки

Qз, м³/ч	Qи, м³/ч	Отклонение, %	СКО, %
34,95	34,94	-0,03294	0,25520
87,13	87,11	-0,02734	0,22679
132,26	132,33	0,05399	0,20947
264,33	264,38	0,02053	0,21212
387,72	388,13	0,10472	0,22420
514,45	514,43	-0,00436	0,17309
645,04	645,41	0,05761	0,27577
WME:	0,0403	%	
Поправка:	-0,0403	%	

Таблица поправочных коэффициентов

Поправочный коэффициент	Qи, м³/ч
1,02304	31,69
1,02144	63,41
1,02919	125,32
1,02182	255,07
1,01940	380,75
1,01771	509,10
1,01657	633,19



Калибровку выполнил

Руководитель

Ширгазин Рамиль Адамович

Михайличенко Кирилл Александрович

Опыт применения:

- Природный газ - измерение дебита скважин
- Отходящие и технологические газы - на НПЗ
- Попутный нефтяной газ – на нефтепромыслах

**Применения на «грязных»
средах и в тяжелых условиях
эксплуатации**



Спасибо за внимание

Александров Антон Владимирович,
Начальник департамента продаж, г. Челябинск

aav@elmetro.ru

+7 (351) 220-12-34, доб. 2107

+7 922 012 0199