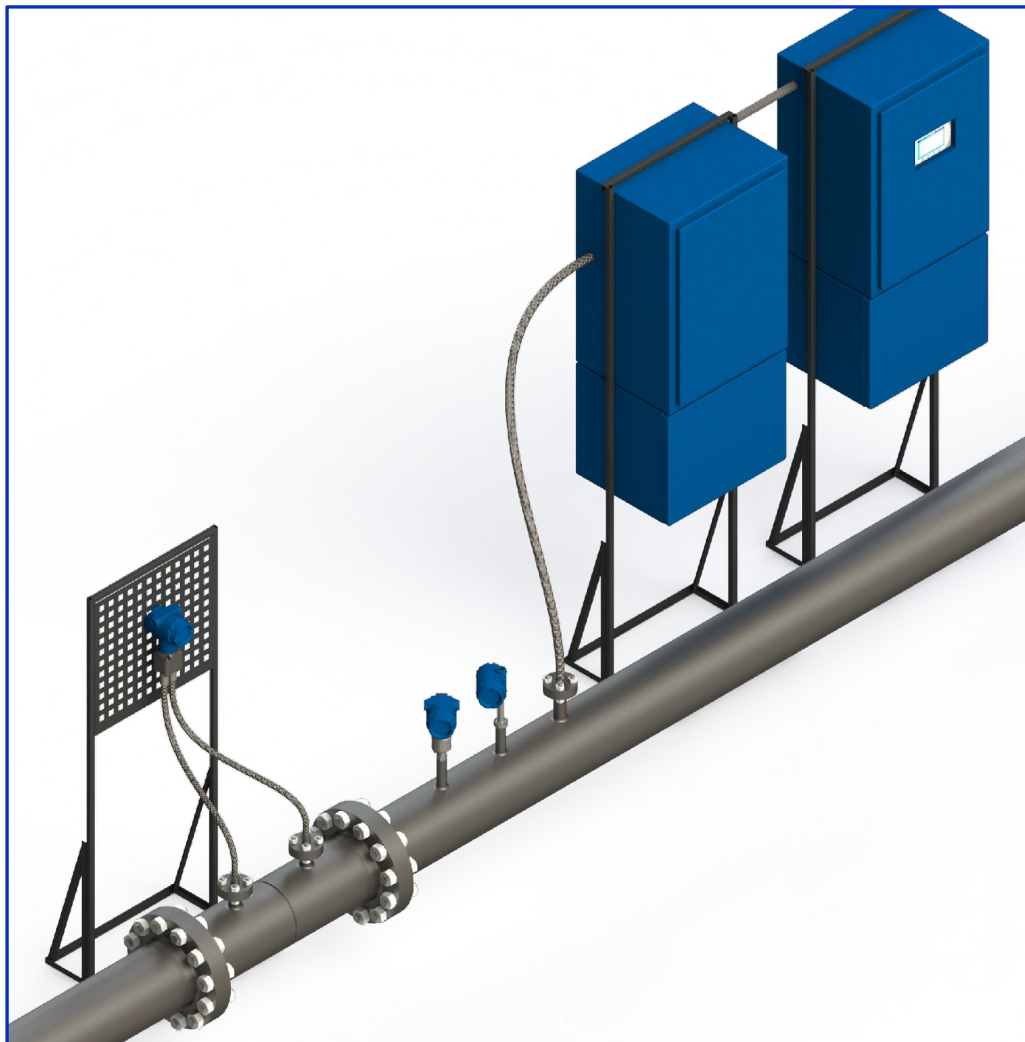


Методы учёта СПГ

Повышение точности измерений на сужающих устройствах

Технологические решения измерения СПГ в ООО «Криогаз – Высоцк»



Для измерения расхода валового продукта используется комплекс технических средств в составе:

1. Сужающее устройство Delta Fluid вваренное в трубопровод.
2. Преобразователь перепада давления Rosemount 2051

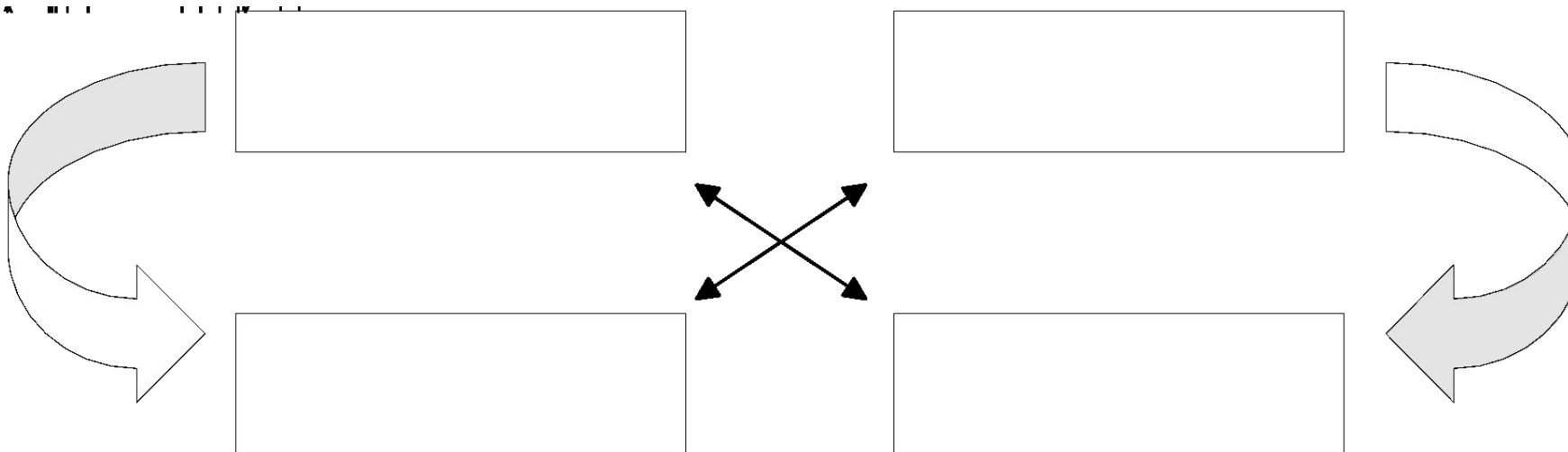
Дополнительно для оценки качества валового продукта и контроля за технологическими параметрами линии сжижения используются:

1. Преобразователь избыточного давления Rosemount 2051
2. Термопреобразователь сопротивления Erciat A1
3. Хроматограф газовый промышленный специализированный 370XA

Выявленные проблемы в ходе эксплуатации

1. При расчёте и сведении МТБ, возникают проблемы с конвертацией ед. измерений и пересчёте сред в эквивалентную друг другу массу;

- Стандартные метры кубические в час (ст. м3/час)
- Нормальные метры кубические в час (н. м3/час)
- Тонны в час
- Метры кубические в час



Выявленные проблемы в ходе эксплуатации

2. При расчёте массового расхода СПГ, применялся некорректный коэф., который не учитывал фактический компонентный состав;

Компонентный состав		ISO 6578-1991	Фактический	Проектный
Метан	CH ₄	90,0000	97,1000	-
Этан	C ₂ H ₆	4,9000	2,0733	-
Пропан	C ₃ H ₈	2,9000	0,3419	-
изо-Бутан	i-C ₄ H ₁₀	0,4000	0,0521	-
н-Бутан	n-C ₄ H ₁₀	1,3000	0,0347	-
изо - Пентан	i-C ₅ H ₁₂	0,0000	0,0031	-
нео - Пентан	Neo-C ₅ H ₁₂	0,0000	0,0009	-
н - Пентан	n-C ₅ H ₁₂	0,1000	0,0018	-
н - Гексан	n-C ₆ H ₁₄	0,0000	0,0009	-
Азот	N ₂	0,4000	0,3900	-
Кислород	O ₂	0,0000	0,0013	-
Углекислый газ	CO ₂	0,0000	0,0000	-
Эквивалент к регазифицированому состоянию		594,589	582,157	600

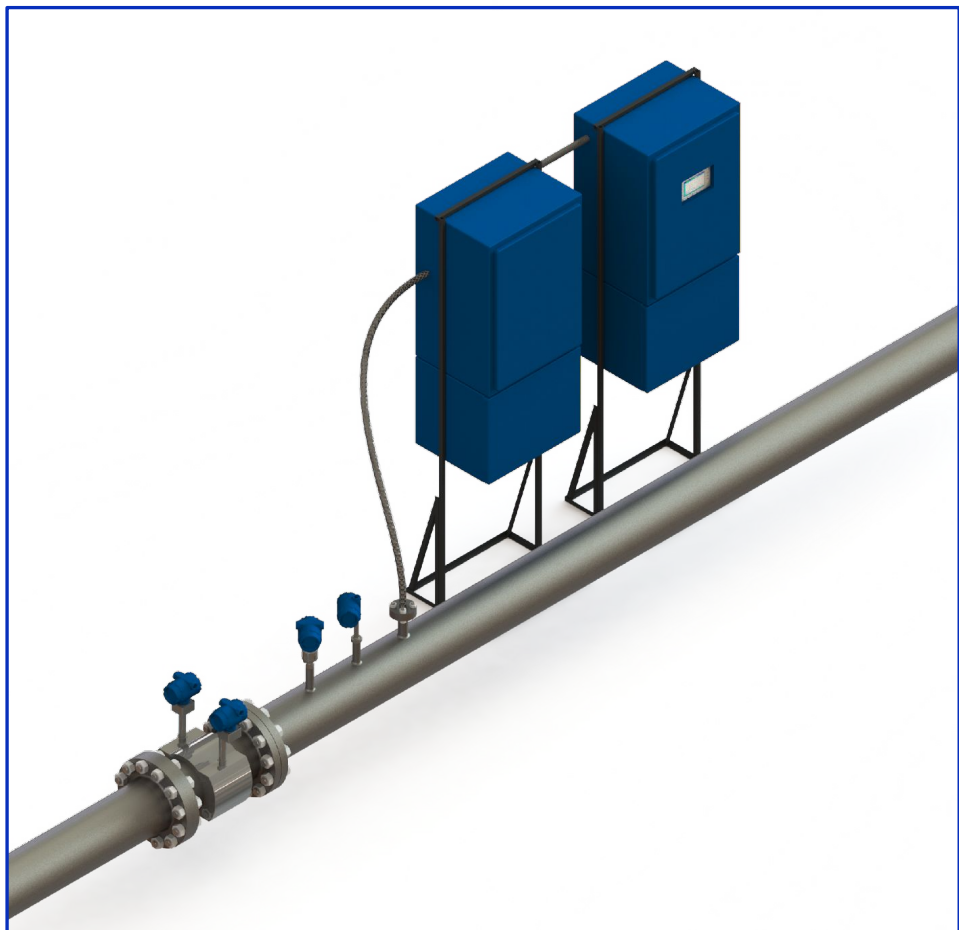
Выявленные проблемы в ходе эксплуатации

3. При изменении технологического режима, некорректно работала компенсация расхода по температуре и давлению, что влияло на накопленные значения за сутки;

Будут графики с визуальным пояснением

Модернизация. Применение Готовых решений

Ультразвуковые расходомеры



Daniel 3818 LNG Liquid Ultrasonic Meter



Panametrics Ultrasonic Flow Meter
Sentinel LNG



FLUXUS Cryo



Модернизация. Применение Готовых решений

Кориолисовые расходомеры



Расходомер массовый Promass F 300

Endress+Hauser 



Расходомеры-счетчики массовые
Optimass 6400

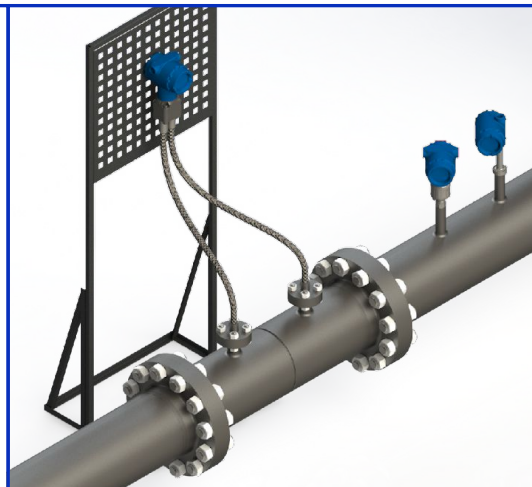
KROHNE



Расходомер массовый Micro Motion
серии ELITE

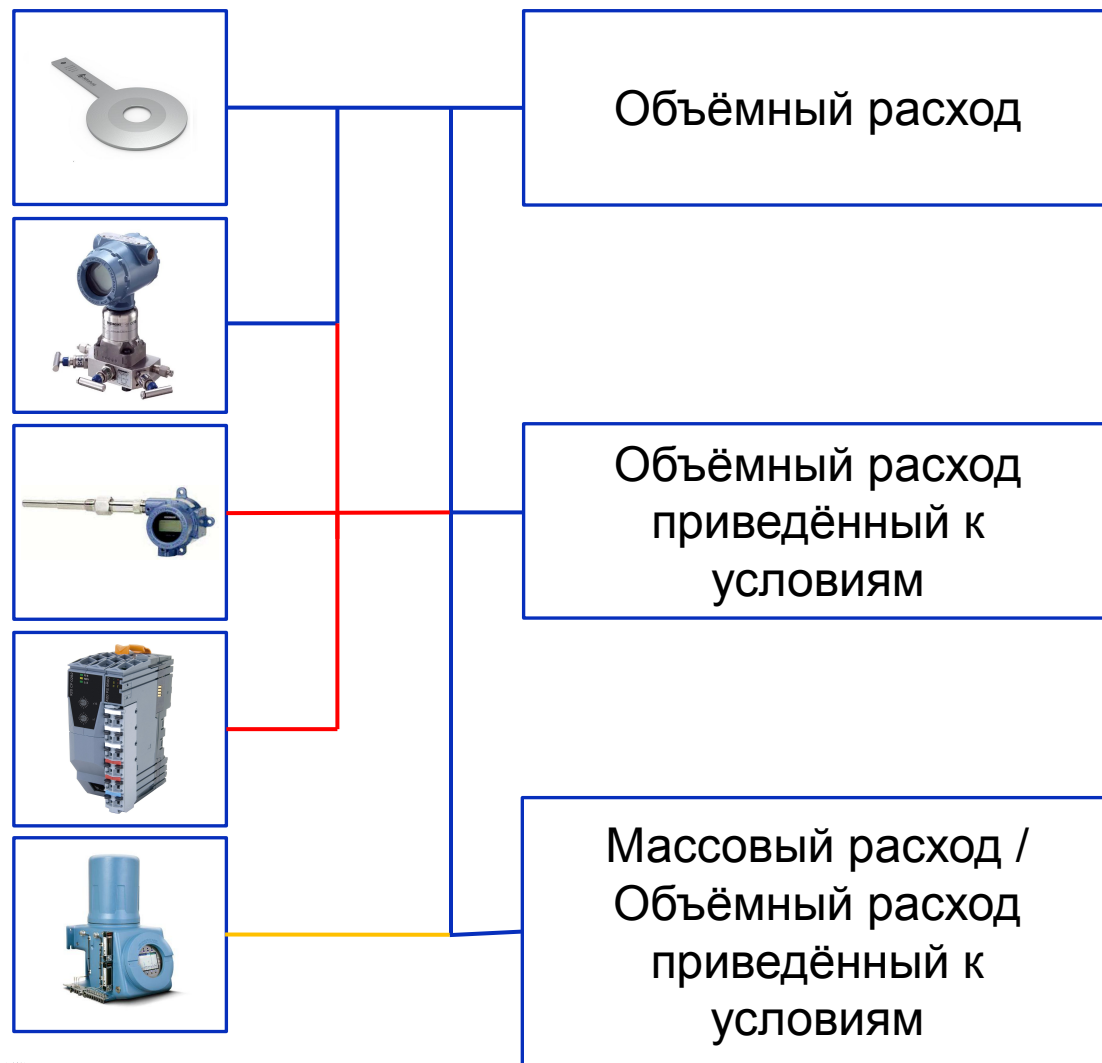

EMERSON

Модернизация. Применение Готовых решений



	Кориолисовые расходомеры	Ультразвуковые расходомеры	Измерительные комплексы на базе сужающих устройств
Точность измерений	Высокая	Средняя	Низкая
Требования к прямолинейным участкам	Низкие	Приемлемые	Критичные
Требования к местным сопротивлениям	Низкие	Приемлемые	Критичные
Требования к диаметру трубопровода	Критичные	Низкие	Низкие
Стоимость	Высокая	Высокая	Низкая
Трудозатраты при проведении поверки	Высокие	Приемлемые	Низкие
Распространённость	Низкая	Низкая	Высокая
Производство в РФ	Отсутствует	Отсутствует	Частичное

Требования к учёту СПГ и ПГ методом перепада давления

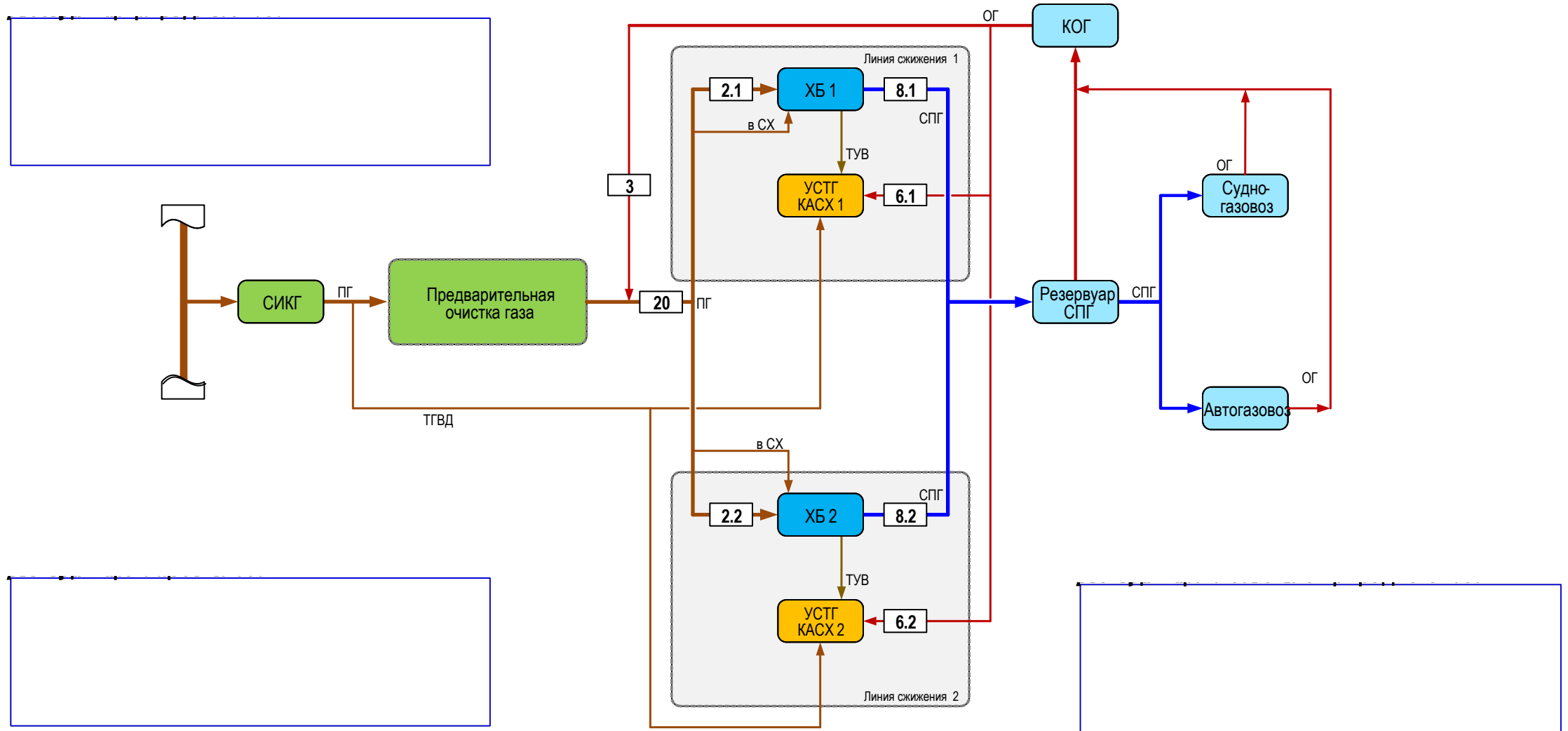


Измерения объёмного и массового расхода Природного газа и СПГ по ГОСТ 8.586.2-2005 с **наивысшей точностью** возможно только при использовании дополнительного оборудования:

- Датчик абсолютного давления
- Датчик температуры
- Аналитическое оборудование или актуальный лабораторный анализ
- Методика расчёта соотв. ГОСТ 8.586-2005

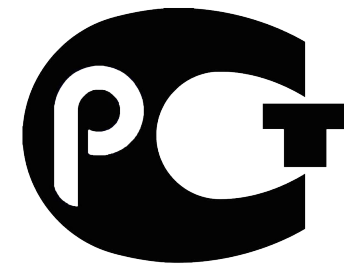
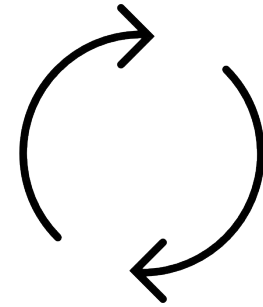
Это позволяет осуществить оборудование, используемое для оценки качества валового продукта и контроля за технологическими параметрами линии сжижения.

Сужающие устройства участвующие в расчёте и сведенияи МТБ



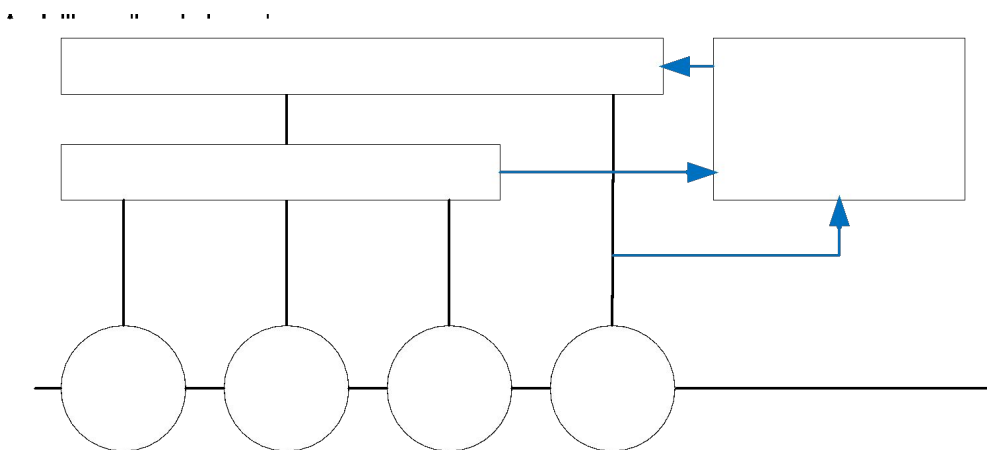
Задачи по модернизации методов расчёта

1. Обеспечить учёт и конвертацию единиц измерений;
2. Применение стандартизированных методов расчёта расхода и физико-химических свойств ПГ и СПГ;
3. Использование в расчётах измеренного компонентного состава среды.



Модернизация SCADA предприятия.

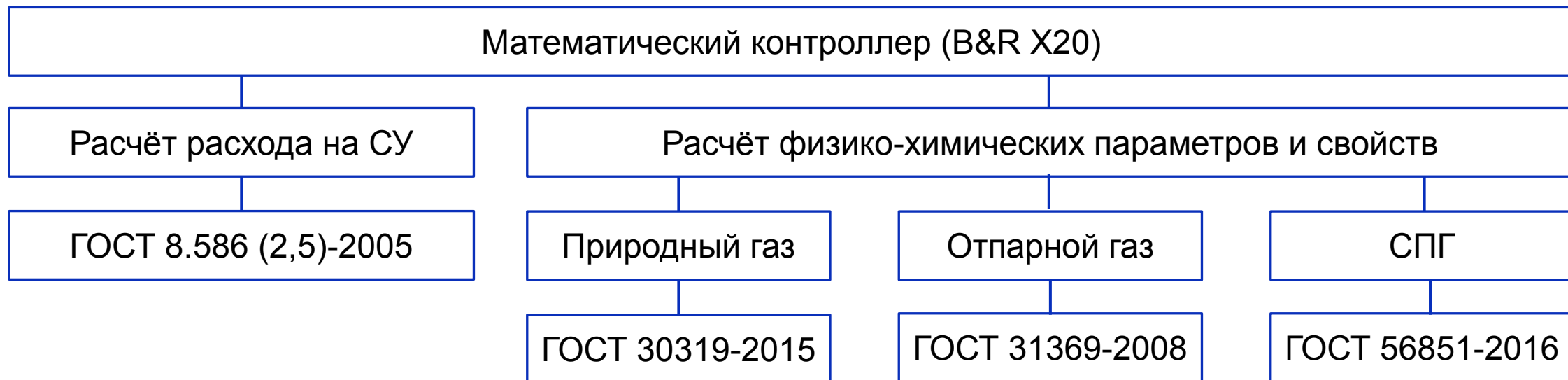
Проведя анализ, принято решение, что наиболее эффективно будет дооснастить ИСУБ математическим контроллером для проведения динамических расчётов и конвертации единиц измерений.



- Математический контроллер – B&R X20 (X20CP1585) ЦПУ АТОМ 1,0 ГГц, 256 МБ DDR2 RAM, 1 МБ SRAM.



Применяемые стандарты для расчётов



Результаты испытаний. Физико-химические свойства.

Проверка алгоритмов (модуля) расчета физических свойств газа, в соответствии с ГОСТ 30319 (1-3)-2015 по контрольным примерам.

Условия			ρ , кг/м		z		u, м/с		k		μ , мкПа·с	
T, К	T, °С	p, МПа	ГОСТ*	B&R X20	ГОСТ	B&R X20	ГОСТ	B&R X20	ГОСТ	B&R X20	ГОСТ	B&R X20
250	-23,15	0,1	0,8112	0,8112	0,9966	0,9966	402,4	402,3659	1,313	1,3133	9,44	9,4383
250	-23,15	5	49,295	49,2949	0,82	0,8200	372,3	372,2676	1,366	1,3663	10,88	10,8769

Проверка алгоритмов (модуля) расчета термодинамических свойств сжиженного природного газа, в соотв. с ГОСТ Р 56851-2016 по контрольным примерам.

Условия		ρ , кг/м		z		u, м/с		k	
T, К	p, МПа	ГОСТ	B&R X20	ГОСТ	B&R X20	ГОСТ	B&R X20	ГОСТ	B&R X20
113,65	4,05	433,41	433,41	0,16	0,16356	1368,4	1368,38	200,38	200,38
120	5	445,99	445,99	0,2	0,1969	1285	1284,98	147,28	147,28

30.05.2022

Результаты испытаний. Расход.

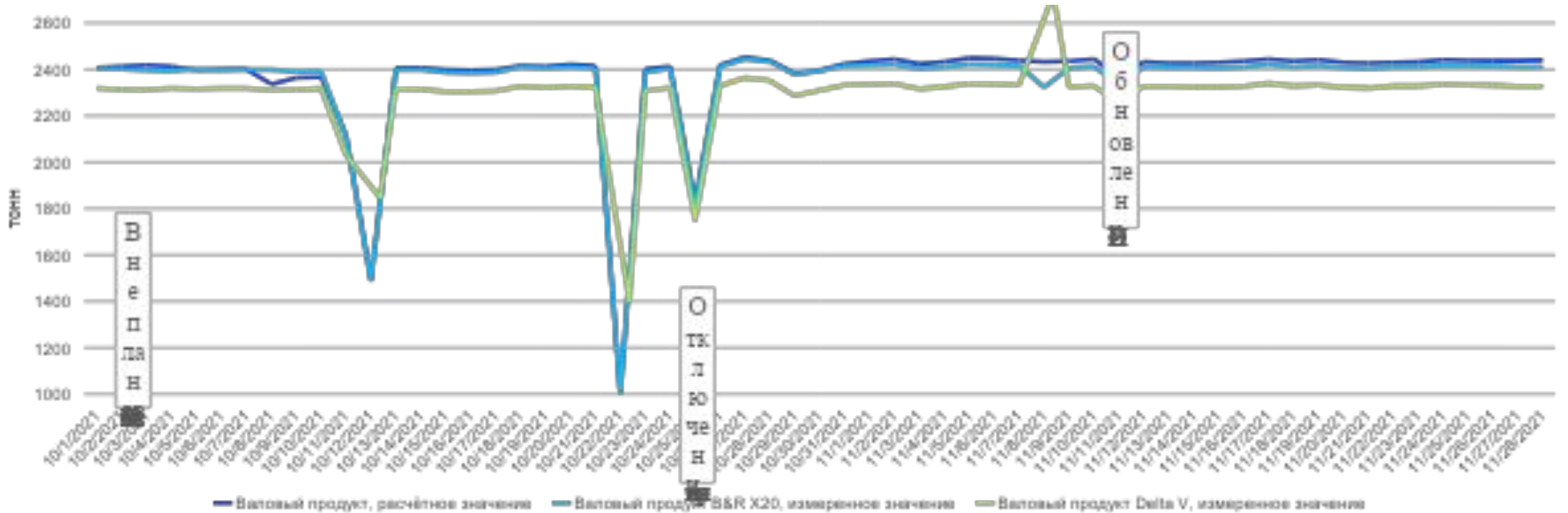
Проверка алгоритмов (модуля) динамического расчета параметров расхода и количества жидкости и газа на сужающих устройствах, в соотв. с ГОСТ 8.586 (1-5)-2005 в комплексе с алгоритмом (модулем) расчета физических свойств газа, в соответствии с ГОСТ 30319 (1-3)-2015 по контрольным примерам.

	Объёмный расход в ст. у. м3/с (ПО "Расходомер ИСО")	Объёмный расход в ст. у. м3/с (B&R X20)	Относительная погрешность, %
КП 1	19,0265	19,0256	0,0047
КП 2	19,6006	19,6002	0,0020
КП 3	19,4191	19,4186	0,0025
КП 4	19,0265	19,0257	0,0042
КП 5	19,1056	19,1047	0,0045
КП 6	19,0183	19,0175	0,0043
КП 7	19,8236	19,8233	0,0013

30.05.2022

График измерений валового продукта

Расчётное значение валового продукта формировалось исходя из поступившего сырьевого газа и затрат на собственные нужды, а так же технологические потери.

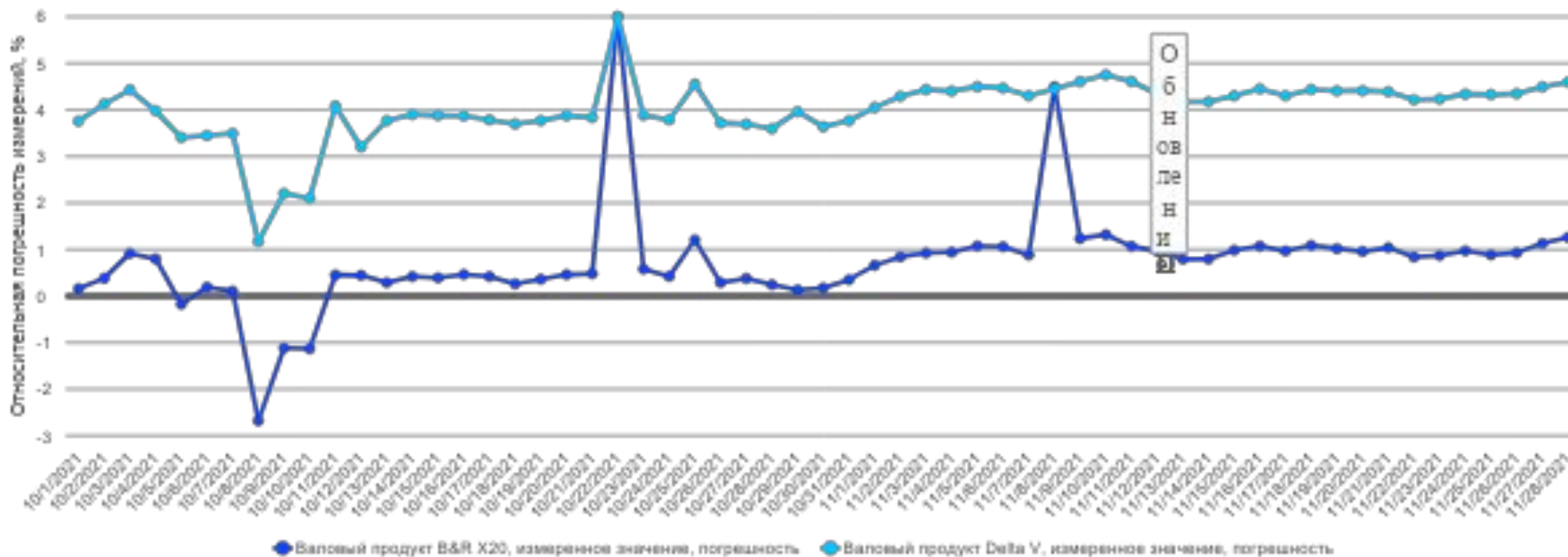


30.05.2022



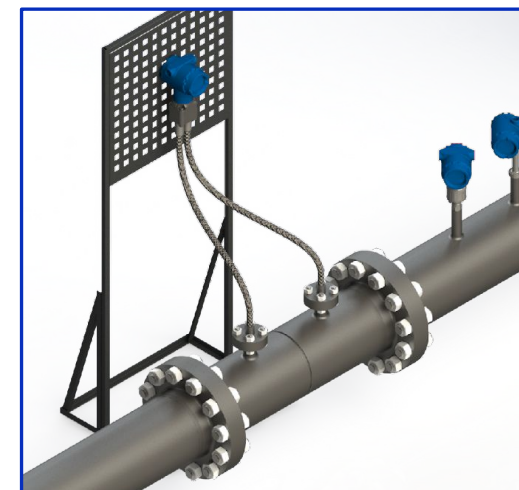
График отклонения значений валового продукта

Среднее отклонение вычисленных значений V&R X20 от расчётных составили – 0,830% (Delta V – 4,220 %). Точность вычислений выросла в **5 раз**.



Положительные эффекты от внедрения

1. Повышена точность измерений на 8 измерительных комплексах на базе сужающих устройств.
2. Повышена точность планирования производства.
3. Повышена точность оценки фактических потерь.
4. Подготовлена основа для реализации автоматической системы учёта и сведения МТБ Общества.



Методы учёта СПГ. Повышение точности измерений на сужающих устройствах

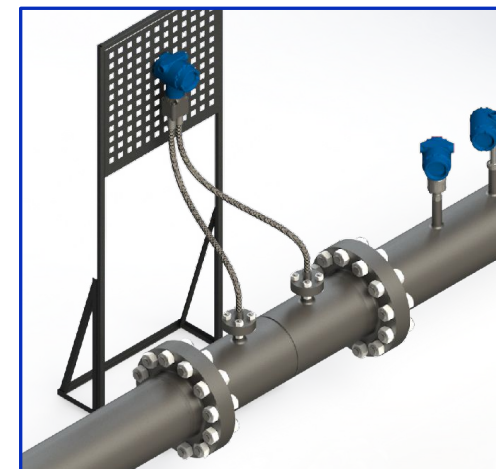
Перспективные направления для применения

Применение опыта использования СУ для учёта СПГ в группе компаний при проектировании новых объектов осуществляющих производство, хранение и транспортировку СПГ

Повышение точности систем технологического учёта сведения МТБ предприятий осуществляющих производство, хранение и транспортировку СПГ

Реализация единичных методик измерений

Реализация систем автоматического контроля отгрузок



Методы учёта СПГ. Повышение точности измерений на сужающих устройствах

Егоров Егор Андреевич

Телефон: 8 (812) 605-08-60 доб. 17-196

Электронная почта: Egor.Egorov@vysotskspg.ru