

Имитационная поверка – проблемы и реализация

Маркин Павел Николаевич

102-ФЗ

Поверка СИ - совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям

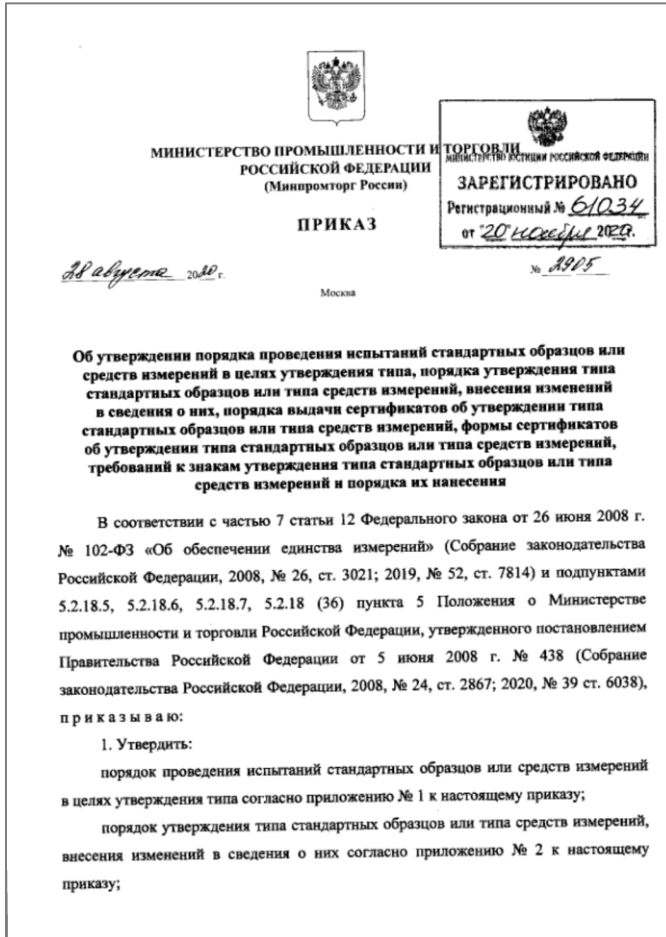
Передача единицы - приведение единицы величины, хранимой средством измерений, к единице величины, воспроизводимой эталоном;

РМГ-29

Диапазон измерений - это область значений измеряемой величины, для которой нормированы метрологические характеристики средства измерения

При разработке и опробовании МП, при возможности такого осуществления, особое внимание уделяется к проверкам на краях диапазона и/или критических точках (0°C , 100°C , номинальный расход)

Как часто делать поверку?



МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(Минпромторг России)

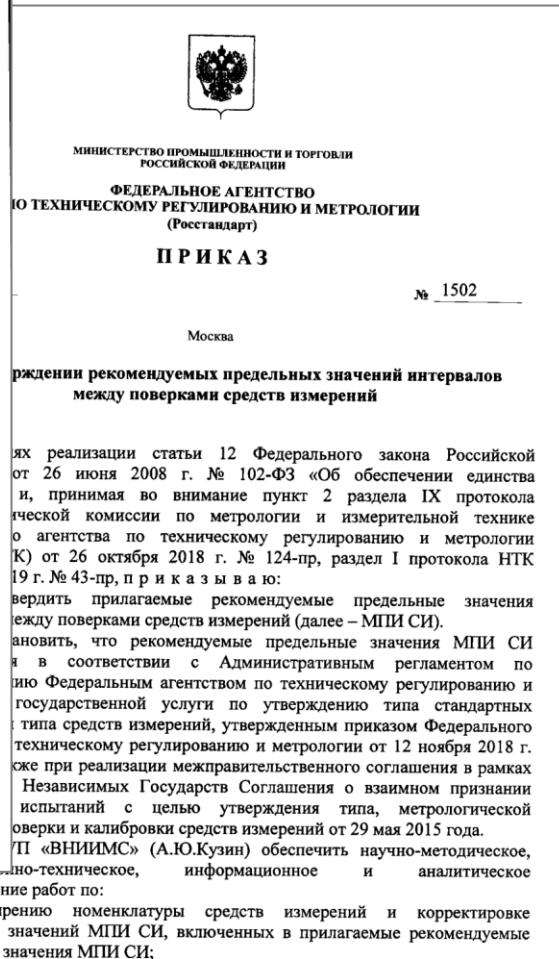
ПРИКАЗ

Москва

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

В соответствии с частью 7 статьи 12 Федерального закона от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2008, № 26, ст. 3021; 2019, № 52, ст. 7814) и подпунктами 5.2.18.5, 5.2.18.6, 5.2.18.7, 5.2.18 (36) пункта 5 Положения о Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июня 2008 г. № 438 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2008, № 24, ст. 2867; 2020, № 39 ст. 6038), п р и к а з ы в а ю:

1. Утвердить:
 - порядок проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа согласно приложению № 1 к настоящему приказу;
 - порядок утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, внесения изменений в сведения о них согласно приложению № 2 к настоящему приказу;



МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
(Росстандарт)

ПРИКАЗ

№ 1502

Москва

Об утверждении рекомендуемых предельных значений интервалов между поверками средств измерений

В целях реализации статьи 12 Федерального закона Российской Федерации от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», принимая во внимание пункт 2 раздела IX протокола технической комиссии по метрологии и измерительной технике Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (К) от 26 октября 2018 г. № 124-пр, раздел I протокола НТК 19 г. № 43-пр, п р и к а з ы в а ю:

вердить прилагаемые рекомендуемые предельные значения интервалов между поверками средств измерений (далее – МПИ СИ). Уточнить, что рекомендуемые предельные значения МПИ СИ в соответствии с Административным регламентом по оказанию государственной услуги по утверждению типа стандартных образцов или типа средств измерений, утвержденным приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 ноября 2018 г. № 124-пр, в целях реализации межправительственного соглашения в рамках Независимых Государств Соглашения о взаимном признании испытаний с целью утверждения типа, метрологической поверки и калибровки средств измерений от 29 мая 2015 года. Уполномоченному (П «ВНИИМС») (А.Ю.Кузин) обеспечить научно-методическое, информационное и аналитическое сопровождение работ по:

- расширению номенклатуры средств измерений и корректировке предельных значений МПИ СИ, включенных в прилагаемые рекомендуемые предельные значения МПИ СИ;

МПИ кориолисового расходомера колеблется от 1 до 5 лет



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии»
Государственный научный метрологический центр
ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель директора
по научной работе – Заместитель
директора по качеству
В. А. Фафурин
2020 г. Август 2015 г.

РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ МАССЫ НЕФТИ ПРИ УЧЕТНЫХ ОПЕРАЦИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НЕФТИ

МИ 3532-2015

Казань,
2015

В каких реалиях работает эксплуатация ?



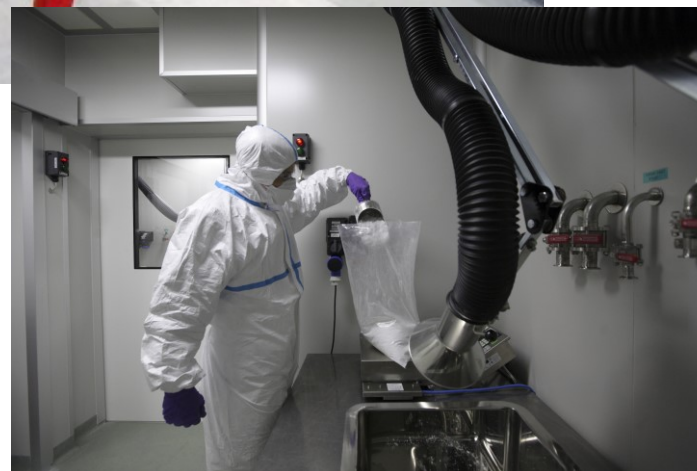
**ОСТОРОЖНО
РАДИАЦИЯ**



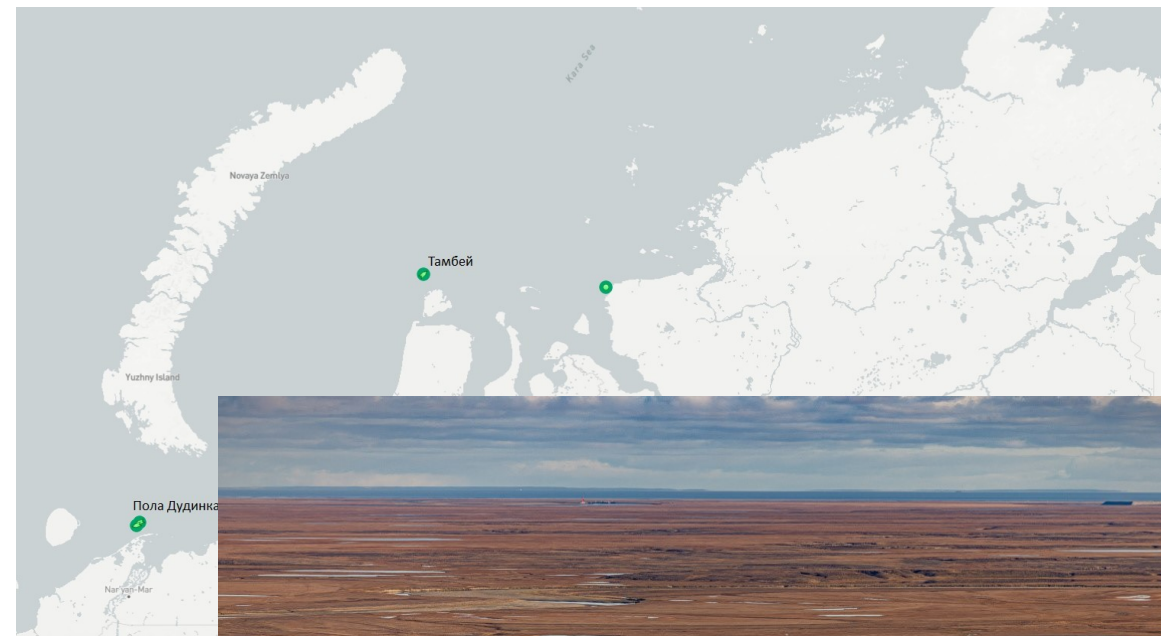
**ОПАСНО!
ЕДКИЕ И
КОРРОЗИЙНЫЕ
ВЕЩЕСТВА**



В каких реалиях работает эксплуатация ?



В каких реалиях работает эксплуатация ?



Лень-двигатель прогресса

Сохранение энергии

Достаточно – это сколько?

удовлетворение
+
достаточность
=
разумная достаточность



ГОСТ 8.611-2024 Расход и объем газа. - Позволяет проводить поверку имитационным методом.

ИМИТАЦИОННЫЙ МЕТОД ПОВЕРКИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ ГАЗА

УДК: 681.121.89.082.4

DOI: -

Авторы:

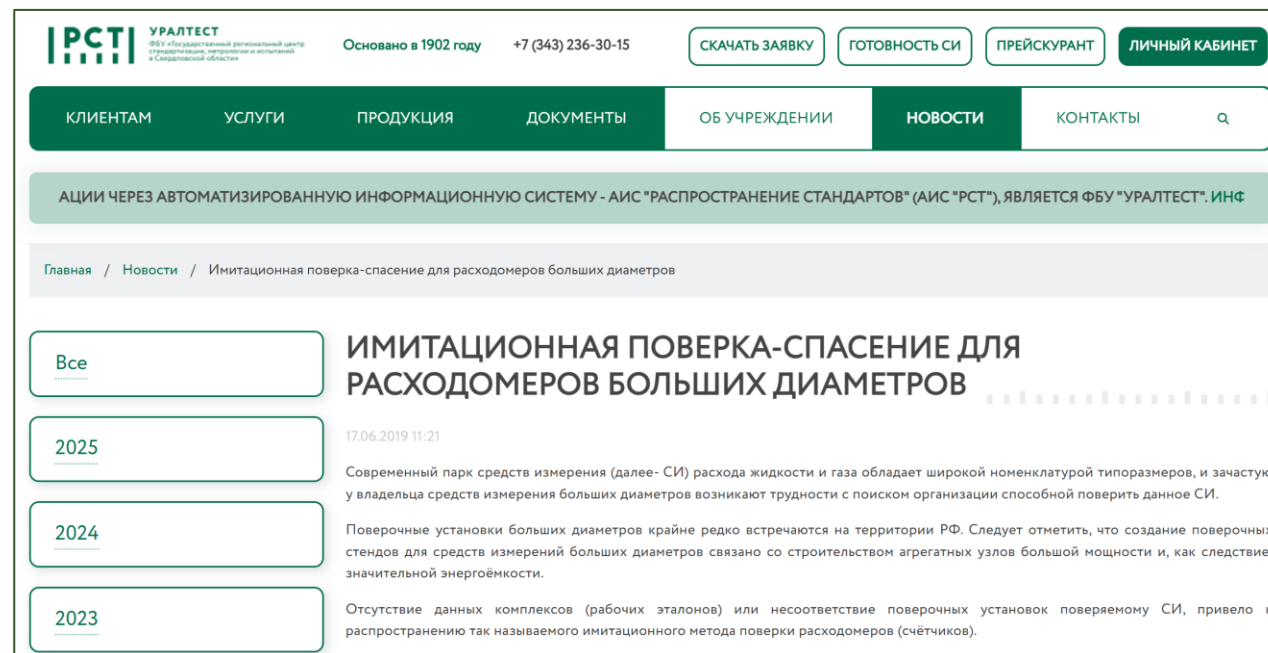
БОЛЬШАКОВ НИКИТА ВЛАДИМИРОВИЧ¹, **ХРАБРОВ ИГОРЬ ЮРЬЕВИЧ**¹

¹ РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия

Ключевые слова: измерение расхода газа, ультразвуковой расходомер, поверка расходомера, неопределенность измерений, источники неопределенности, имитационный метод поверки, критерии поверки

Аннотация:

В статье описан принцип измерения расхода газа с помощью ультразвуковых преобразователей расхода. Приведена зависимость уравнения объемного расхода газа в рабочих условиях для одноканального и многоканального ультразвукового расходомера от различных входных величин: геометрических параметров, калибровочной кривой, времени прохождения ультразвуковых колебаний. Установлены основные источники неопределенности измерений ультразвукового расходомера [9]. Даны некоторые комментарии относительно описываемых источников неопределенности измерений. Приведен способ коррекции измеряемого времени прохождения ультразвуковых колебаний с целью повышения точности измерения. Описан имитационный метод поверки ультразвуковых расходомеров газа, его практическая необходимость и область применения. Указаны основные источники неопределенности, которые непосредственно поверяют в процессе имитационной поверки. Обоснованы критерии и параметры имитационной поверки: нулевой расход, отклонения теоретической скорости звука от измеряемой, отклонения между измеряемыми акустическими каналами скорости звука. Указаны преимущества имитационного метода поверки: дешевизна, возможность проведения поверки без демонтажа расходомера, отсутствие необходимости непосредственного сличения с эталоном единицы расхода газа. Указаны основные недостатки: невозможность проверки адекватности калибровочной кривой расходомера, сложности в организации проведения поверки.



The screenshot shows the website interface for 'УРАЛТЕСТ' (FBU 'Uraltest'). The header includes the logo, contact information (founded in 1902, phone +7 (343) 236-30-15), and buttons for 'СКАЧАТЬ ЗАЯВКУ', 'ГОТОВНОСТЬ СИ', 'ПРЕЙСКУРАНТ', and 'ЛИЧНЫЙ КАБИНЕТ'. The main navigation menu includes 'КЛИЕНТАМ', 'УСЛУГИ', 'ПРОДУКЦИЯ', 'ДОКУМЕНТЫ', 'ОБ УЧРЕЖДЕНИИ', 'НОВОСТИ', and 'КОНТАКТЫ'. A banner below the menu reads 'АЦИИ ЧЕРЕЗ АВТОМАТИЗИРОВАННУЮ ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ - АИС "РАСПРОСТРАНЕНИЕ СТАНДАРТОВ" (АИС "РСТ"), ЯВЛЯЕТСЯ ФБУ "УРАЛТЕСТ". ИНФ'. The breadcrumb trail is 'Главная / Новости / Имитационная поверка-спасение для расходомеров больших диаметров'. The article title is 'ИМИТАЦИОННАЯ ПОВЕРКА-СПАСЕНИЕ ДЛЯ РАСХОДОМЕРОВ БОЛЬШИХ ДИАМЕТРОВ' with a date of 17.06.2019 11:21. The text of the article discusses the modern measurement equipment for liquid and gas flow, the difficulty of finding organizations for large diameter meters, and the advantages of the simulation method.

Имитационная поверка средства измерения (СИ) — это метод поверки, при котором на прибор воздействуют не реальной измеряемой величиной (например, физическим усилием, током, давлением), а имитируют реакцию датчика прибора на это воздействие

- Устанавливаем температуру в термостате (например, 100С);
- Ожидаем стабилизацию процесса;
- Измеряем выходной ток преобразователя и сравниваем его с эталонным значением;

- Отключаем от СИ чувствительный элемент, вместо него подключаем прецизионный имитатор;
- Задаем имитируемую температуры;
- Измеряем выходной ток и сравниваем его с эталонным значением

- Необходима точная математическая модель преобразования измеряемой величины
- Проверяется только часть СИ в ограничениях, заложенных мат. моделью

Нажми на кнопку – получишь результат



Что это????

А, что выбрать???

ИМИТАЦИОННАЯ
ПОВЕРКА

ИМИТАЦИЯ
СОБЛЮДЕНИЯ ПРАВИЛ



IPCTI

ВНИИМ

ВНИИР | Всероссийский научно –
исследовательский институт
расходомерии – филиал
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

Имитационная поверка кориолисовых
расходомеров

www.vniim.ru

Систематические составляющие погрешности

- Влияние скорости жидкости: 0,5 %
- Нестабильность нуля: 0,058 %
- Изменение модуля Юнга в зависимости от партии применяемой стали и температуры: 0,07 % (проливной метод)
- Погрешность учета давления в трубопроводе: 0,006 %
- Погрешность учета температуры жидкости : 0,006 %
- Влияние вязкости жидкости: 0,8 %
- **Итого: 1,44 %**

Внесение уточнения в текстовую часть ГПС:

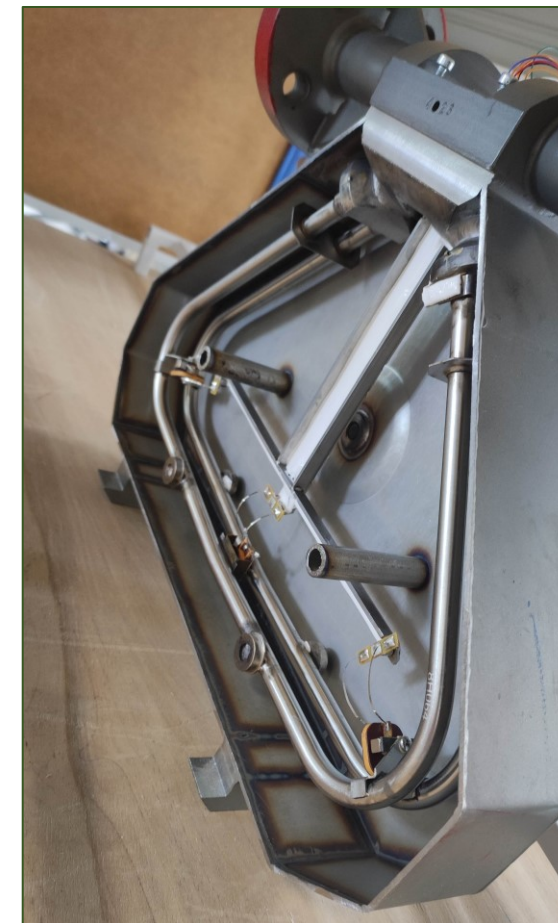
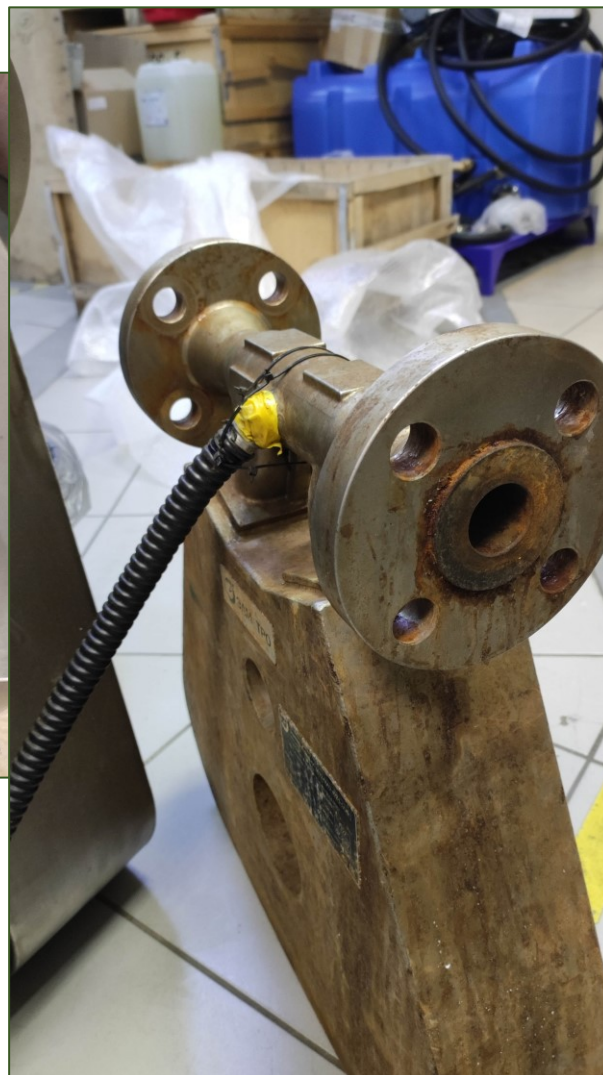
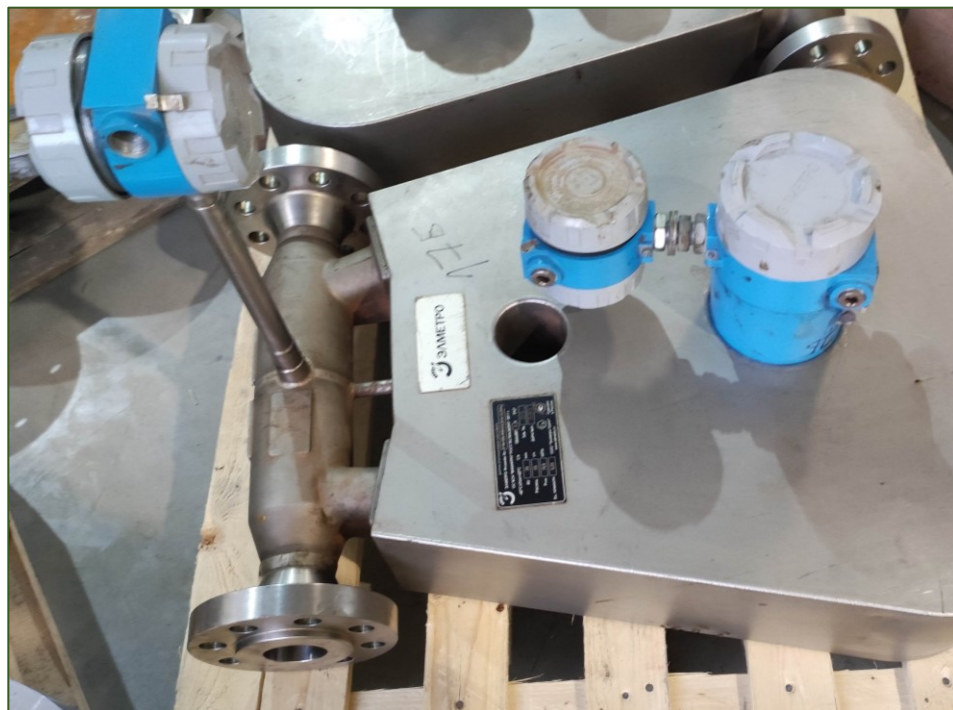
- пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы и массового расхода жидкости при имитационной поверке : $\pm 1,5$ %

Доп. погрешности:

- от пульсации потока;
- от чисел Рейнольдса;
- от газосодержания;
- от вязкости;
- несимметричное затухание колебаний;
- изменение модуля Юнга;
- коэффициент Пуансона;
- нестабильность нуля;
- условия монтажа;
- от температуры;
- от давления

- *Поиск влияющих факторов на изменение состояния колебательной системы;*
- *Имитация всех возможных неисправностей и подтверждение их выявления на ИП;*
- *Имитация условий выхода за границы условий ИП;*
- *Создание искусственного налипания на трубки и искусственного износа трубок (как равномерного электрохимической коррозией, так и локального в местах загибов трубок);*
- *Медленное искусственное старение трубок с определением порога детектирования ИП*
- *Проливка на стенде в нормальных условиях и сличение с ИП;*

Старые расходомеры на сервисном обслуживании

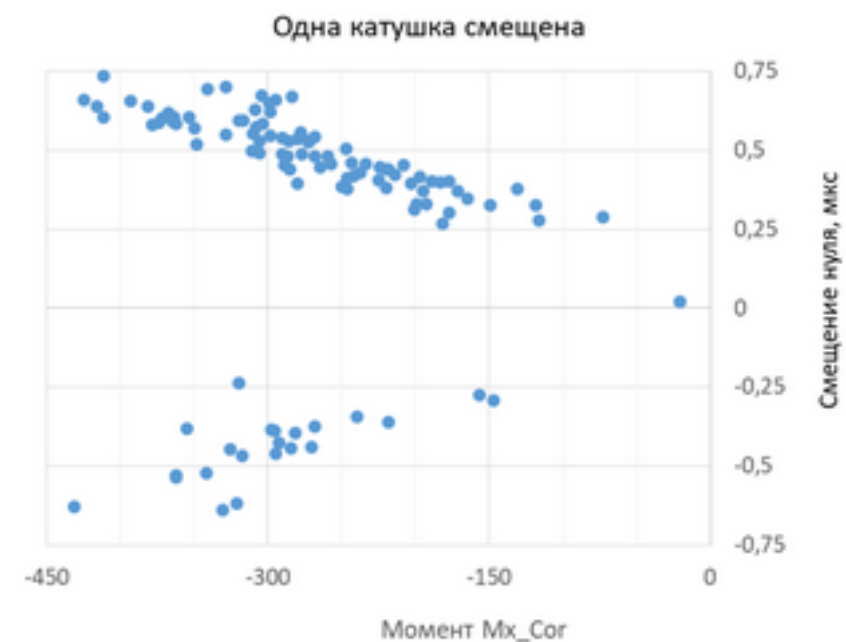
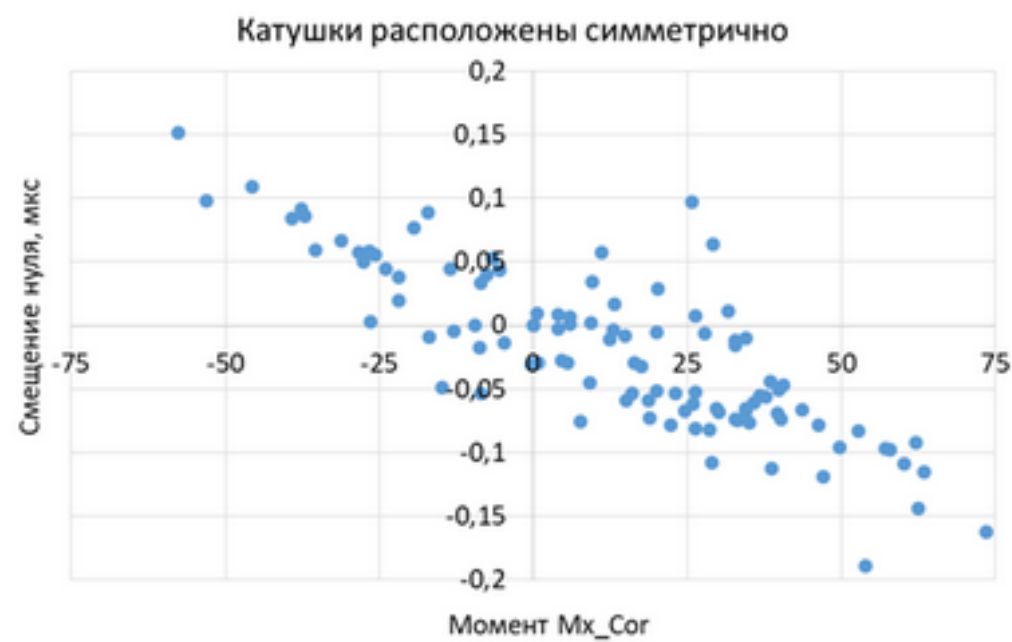
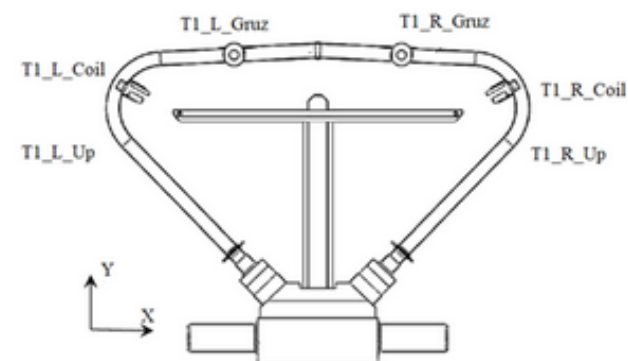


Влияние дисбаланса на стабильность частот

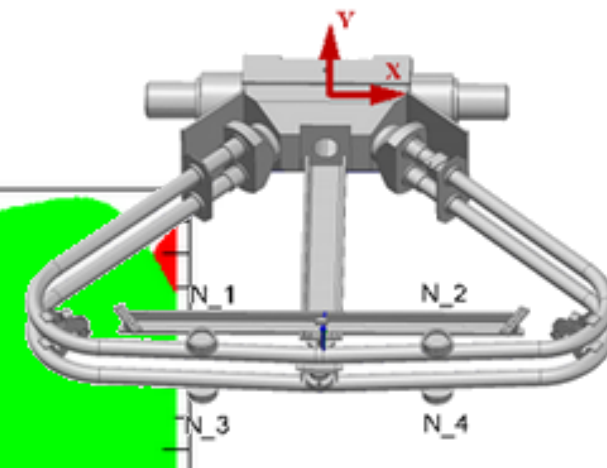
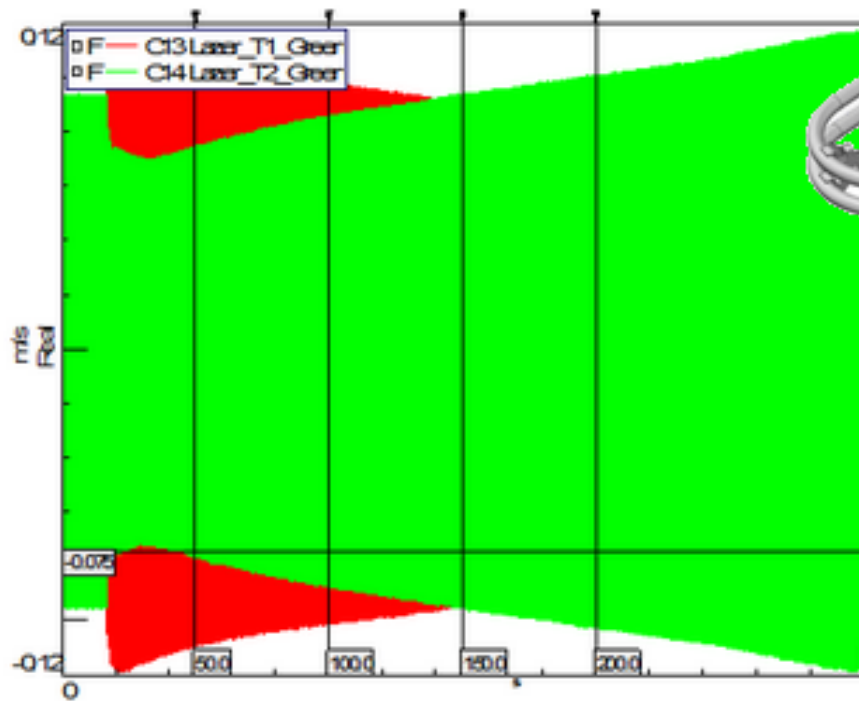
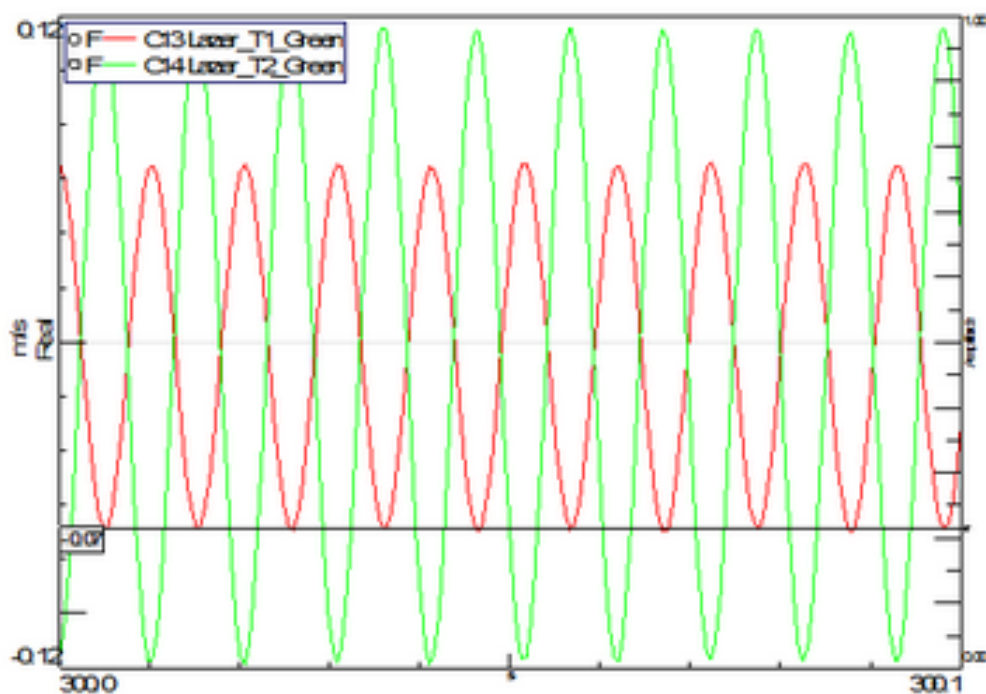
$$\Delta_{\text{раб / кор}} = \frac{f_{\text{раб_Free}}}{f_{\text{кор_Free}}} - \frac{f_{\text{раб_AIIDOF}}}{f_{\text{кор_AIIDOF}}} - \Delta_{0_{\text{раб / кор}}};$$

$$\Delta_{\text{кор / III}} = \frac{f_{\text{кор_Free}}}{f_{\text{III_Free}}} - \frac{f_{\text{кор_AIIDOF}}}{f_{\text{III_AIIDOF}}} - \Delta_{0_{\text{кор / III}}};$$

$$\Delta_{\text{раб / III}} = \frac{f_{\text{раб_Free}}}{f_{\text{III_Free}}} - \frac{f_{\text{раб_AIIDOF}}}{f_{\text{III_AIIDOF}}} - \Delta_{0_{\text{раб / III}}}.$$



Влияние вибраций на модальный состав



Влияние изменений геометрии трубок

PolyWorks|Inspector Standard - измерение трубки U080 шупом (Трубка U080.pwk)

Файл Редактирование Выбор Вид Выравнивание Измерение Отчет Инструменты Окно Справка

Зона диалога
Статистический контроль объекта (SPC)

Измерения

| Ном... | Имя | Дата | Время |
|-------------------------------------|-----|-------------|---------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 | измерение 1 | 14.08.2020 14:18:01 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2 | XOP09-2 | 28.08.2020 9:48:14 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 | XOP01-2 | 28.08.2020 12:29:22 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4 | XOP17-1 | 28.08.2020 13:54:52 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5 | XOP01-1 | 28.08.2020 14:07:19 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6 | XOP13-2 | 28.08.2020 14:21:48 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7 | XOP02-2 | 28.08.2020 14:32:00 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8 | XOP07-2 | 28.08.2020 14:50:55 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9 | XOP12-2 | 28.08.2020 15:59:34 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10 | XOP05-2 | 28.08.2020 16:09:51 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11 | XOP10-2 | 28.08.2020 16:21:18 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12 | XOP18-1 | 28.08.2020 16:31:17 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13 | XOP05-1 | 28.08.2020 16:41:49 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14 | XOP14-2 | 28.08.2020 16:50:23 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15 | XOP04-2 | 28.08.2020 17:01:36 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16 | XOP16-1 | 28.08.2020 17:20:21 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17 | XOP04-1 | 31.08.2020 11:55:31 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18 | XOP03-1 | 31.08.2020 12:01:59 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19 | XOP06-1 | 31.08.2020 12:15:05 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20 | XOP16-2 | 31.08.2020 12:26:03 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21 | XOP19-1 | 31.08.2020 12:44:23 |

3D-сцена

линия 11

точка 19

| Контрольный параметр | Усредненное измер | Стандартное отклонение | Cp | Cpk |
|----------------------|-------------------|------------------------|-------|--------|
| X | 113,457 | 0,678 | 1,066 | -1,704 |
| Y | 507,254 | 1,127 | 0,531 | -0,926 |
| Z | 0,000 | 0,000 | | |

радиус внешний 1

| Контрольный параметр | Усредненное измер | Стандартное отклонение | Cp | Cpk |
|----------------------|-------------------|------------------------|-------|--------|
| Радиус | 141,305 | 1,647 | 0,603 | -0,184 |
| X | 113,592 | 1,409 | 0,677 | -0,991 |
| Y | 507,519 | 1,466 | 0,426 | -0,631 |
| Z | 0,000 | 0,000 | | |

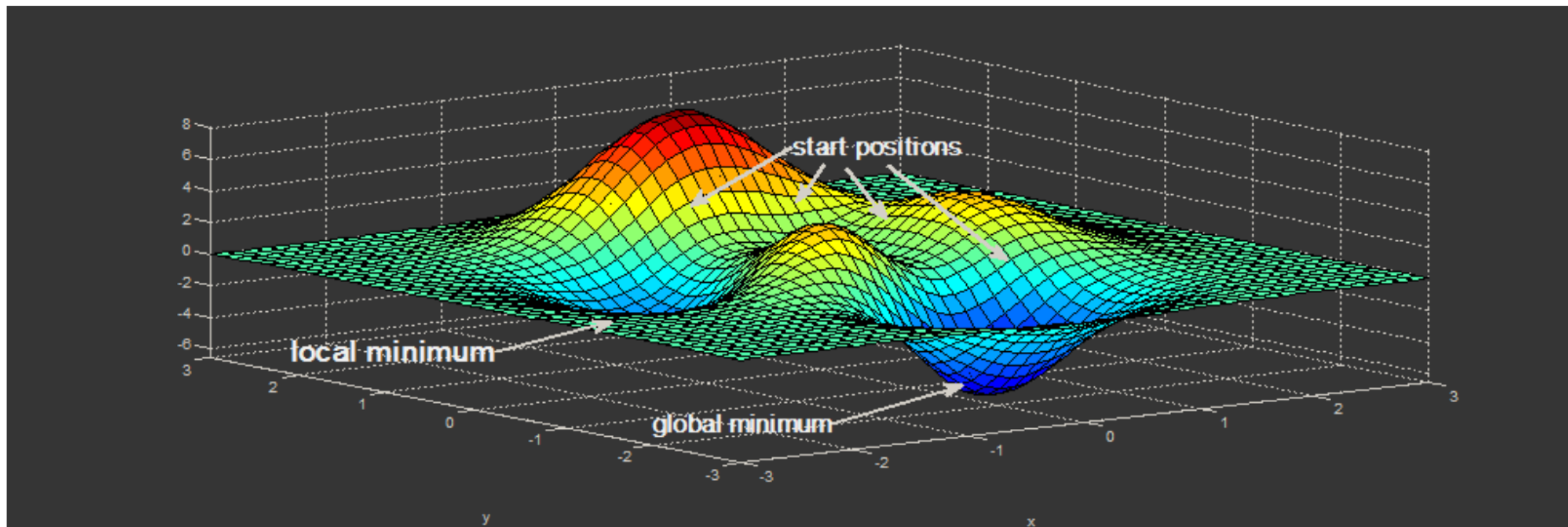
Результаты статистического контроля процесса (SPC) в рамках объекта

| Контрольный параметр | Номинал | Допуск | 1 - измерение 1 | 2 - XOP09-2 | 3 - XOP01-2 | 4 - XOP17-1 | 5 - XOP01-1 | 6 - XOP13-2 | 7 - XOP02-2 |
|----------------------|---------|--------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| угол 1 | | | | | | | | | |
| Угол 2 (3D) | 92,000 | ±1,000 | 92,800 | 92,297 | 92,177 | 91,959 | 92,207 | 92,541 | 92,122 |
| угол 2 | | | | | | | | | |
| Угол 2 (3D) | 92,000 | ±1,000 | 91,837 | 92,132 | 92,157 | 92,105 | 92,268 | 92,461 | 92,091 |
| расстояние 1 | | | | | | | | | |
| Расстояние (3D) | 232,111 | ±1,000 | | 225,555 | 226,109 | 225,408 | 221,021 | 221,734 | 226,200 |

Зона диалога Представление в виде дерева

Параметры контроля геометрии Результаты статистического контроля процесса (SPC) в рамках объекта

Отображает интерфейс для выполнения анализа статического контроля процесса контрольных параметров объекта



Основана на стабильности полной модальной характеристики колебательной системы

Фиксация модальных характеристик происходит после расширенной калибровки и первичной поверки

По ГПС расхода жидкости (Приказ №2356) метод косвенных измерений с СИ времени и частоты

Чувствительность метода лучше: $\delta/3$

По результатам ПИП изделие может остаться в классе

Структурные средние

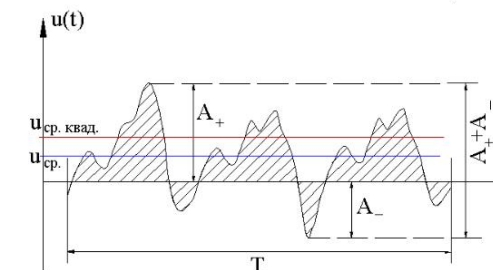
- **Мода**-это наиболее часто встречающееся значение признака в совокупности

$$M_o = x_{M_o} + i_{M_o} \frac{(f_{M_o} - f_{M_o-1})}{(f_{M_o} - f_{M_o-1}) + (f_{M_o} - f_{M_o+1})}$$

где x_{M_o} - нижняя граница модального интервала;
 i_{M_o} - величина модального интервала;
 f_{M_o} - частота модального интервала;
 f_{M_o-1} - частота интервала, предшествующего модальному;
 f_{M_o+1} - частота интервала, succeeding модальному.

• Пиковое значение и размах: $A_+ = \max_{t \in T} u(t)$, $A_- = \min_{t \in T} u(t)$; $A_+ + A_-$

• Осредненные характеристики
среднее значение и СКЗ: $u_{\text{ср.}} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$, $u_{\text{ср. квал.}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (u(t))^2 dt}$.



**КАК ПРИНИМАТЬ РЕШЕНИЯ,
чтобы было хорошо нам,
а не плохо им?**

- *Четкое определение терминов (в том числе имитационной поверки и поверки по техническому состоянию);*
- *Процедура аттестации ИП по аналогии с расширением МПИ;*
 - *Типовые и индивидуальные методики сертификационных испытаний для подтверждения ИП;*
 - *Проверка влияющих факторов с подтверждением на традиционных эталонах;*
- *Контроль за проведением поверок (нестираемая память поверок, цифровые токены выдаваемые Росстандартом / ЦСМ);*
- *Формирование ГОСТ на имитационную поверку отдельных типов СИ;*