

МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

**как основа
метрологического
обеспечения**

Доцент кафедры метрологии, стандартизации и сертификации, доктор технических наук, доцент

ТРЕТЬЯК ЛЮДМИЛА НИКОЛАЕВНА

ПЛАН ЛЕКЦИИ

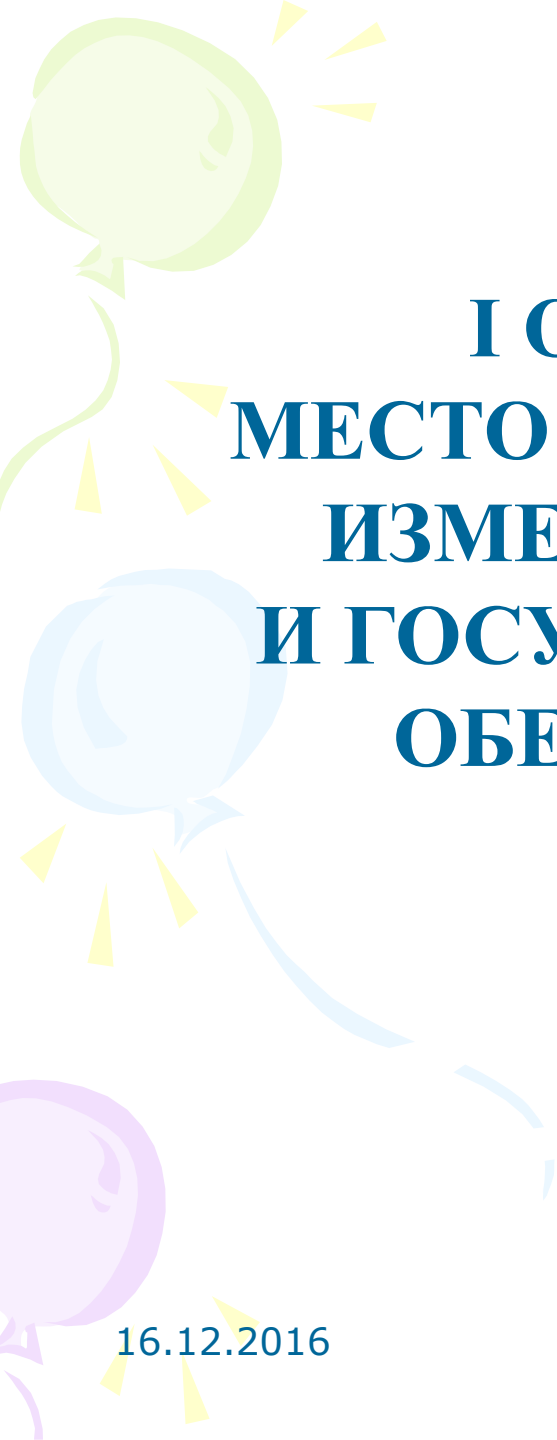
I Общие положения. Место методики измерений в измерительном процессе и ГСИ

II Общие требования, предъявляемые к методике измерений

III Классификация методик измерений

IV Требования к построению и изложению МИ

**V Аттестация методик измерений
(для самостоятельного изучения)**



**I ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.
МЕСТО МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ В
ИЗМЕРИТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА
ИЗМЕРЕНИЙ (ГСИ)**

16.12.2016

УКРУПНЕННАЯ СХЕМА СОСТАВА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (МО)

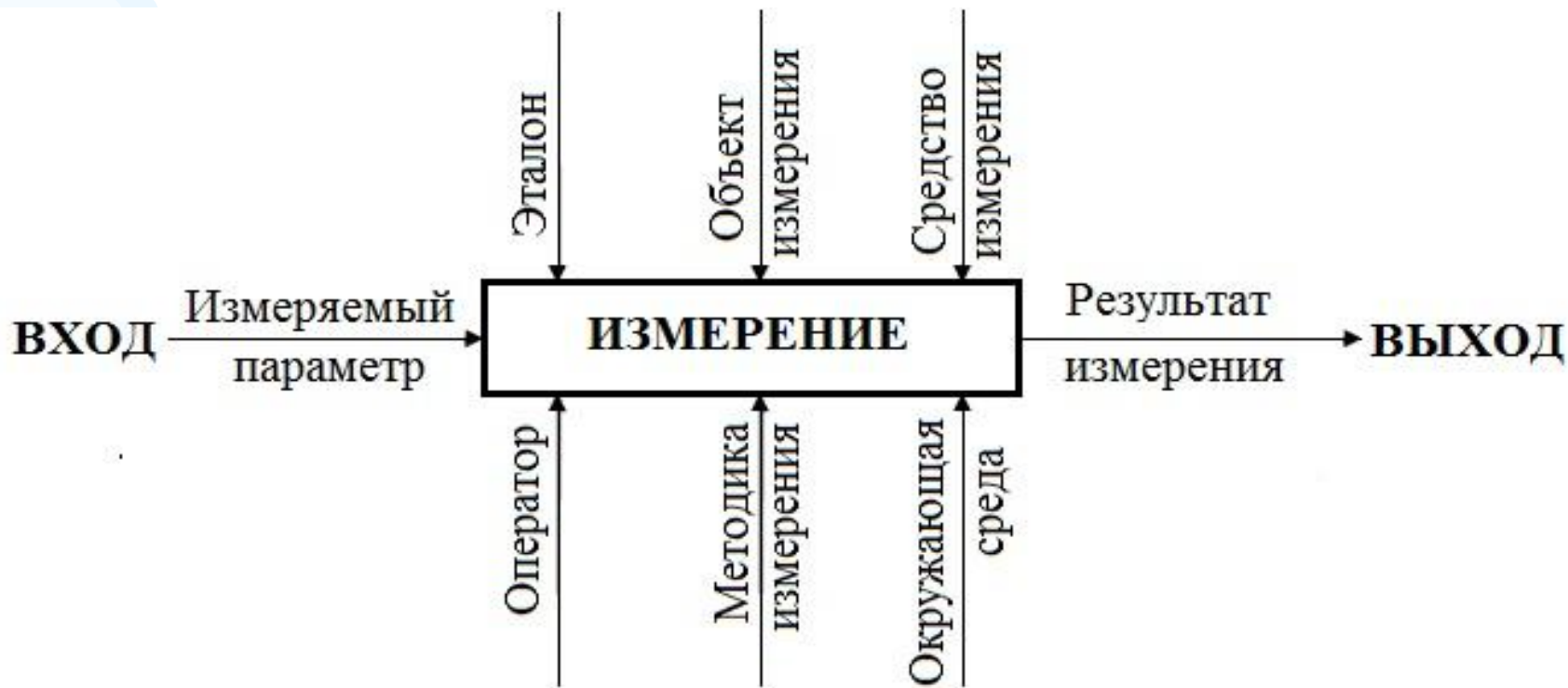


Методики измерений (МИ, МВИ) являются основой **нормативно-законодательной составляющей** МО – Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ), представляющей комплекс установленных стандартами взаимосвязанных правил, положений, требований и норм, определяющих организацию и методику проведения работ по оценке и обеспечению точности измерений. Место методики измерений в МО – нормирование требований к экспериментальным процедурам – измерению, испытанию, контролю.

Общие положения. Место МВИ в измерительном процессе

- В модели измерительного процесса МВИ представляет собой инструмент, направленный на получение основного выхода – результата измерений, обладающего требуемыми свойствами.
- С точки зрения процессного подхода справедлива следующая

схема



ЕЩЕ РАЗ О ПОНЯТИЕ «ИЗМЕРЕНИЕ»

РМГ 29-2013 т.4.1 (VIM3 2.1)

измерение (величины; измерение (en measurement))

Процесс экспериментального получения одного или более **значений величины**, которые могут быть **обоснованно** приписаны **величине**

Примечание 1 - Измерения не применяют в отношении качественных свойств.

Примечание 2 - Измерение подразумевает сравнение величин или включает счет объектов.

Примечание 3 - Измерение предусматривает описание величины в соответствии с предполагаемым использованием **результата измерения, методику измерений и средство измерений**, функционирующее в соответствии с регламентированной **методикой измерений** и с учетом условий измерений.

Вывод: Измерение с регламентированными показателями точности не выполняется (невозможно) без МИ.

ПОНЯТИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

РМГ 29-99 измерение физической величины (термин 5.1);

измерение величины; измерение (de Messung en measurement fr mesurage)

Совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.

Примеры

1 В простейшем случае, прикладывая линейку с делениями к какой-либо детали, по сути, сравнивают ее размер с единицей, хранимой линейкой, и, произведя отсчет, получают значение величины (длины, высоты, толщины и других параметров детали).

2 С помощью измерительного прибора сравнивают размер величины, преобразованной в перемещение указателя, с единицей, хранимой шкалой этого прибора, и проводят отсчет.

ФЗ «ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ»

Определение для термина «Измерение» (термин №8):

Измерение – совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины.

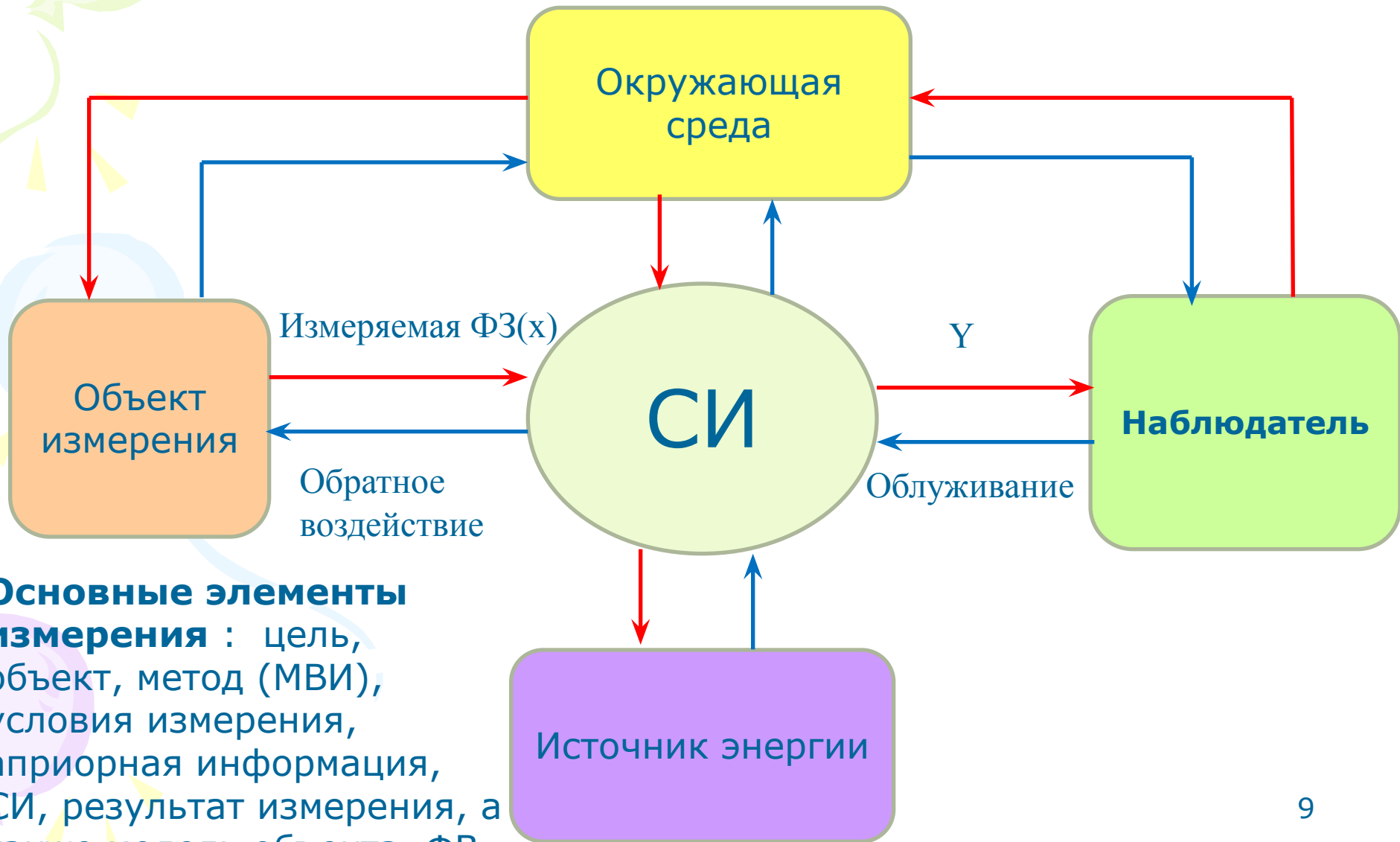
В юридическом плане это определение – основное (поскольку регламентировано в ФЗ)

В определении отсутствуют:

- 1) обязательность применения СИ;
- 2) Обязательность сравнения с эталоном.

Это означает, что измерение как познавательный процесс распространим не только на физические величины, но и на нефизические отрасли знаний (социология, медицина, образование и т.п.).

Измерение как процесс



Основные элементы измерения : цель, объект, метод (МВИ), условия измерения, априорная информация, СИ, результат измерения, а также модель объекта, ФВ.

СОСТАВ ЭЛЕМЕНТОВ МВИ:

МВИ- совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности.

совокупность СИ

схема соединения средств измерений с объектом измерений и между собой

процедура проведения измерений

алгоритмы расчета результатов и погрешности измерений

На МВИ, применяемые в определенных сферах, распространяются особые требования. Они закреплены в ФЗ «Об ОЕИ»

Законодательные требования к методикам измерений

В статье 5 «Требования к измерениям» (Гл.2) ФЗ

«Об обеспечении единства измерений» указывается:

п.1. «Измерения, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, должны выполняться по аттестованным методикам (методам) измерений, за исключением методик (методов) измерений, предназначенных для выполнения прямых измерений с применением средств измерений утвержденного типа, прошедших поверку».

п.2 «Методики (методы) измерений, предназначенные для выполнения прямых измерений, вносятся в эксплуатационную документацию на СИ. В остальных случаях подтверждение соответствия методик (методов) измерений обязательным метрологическим требованиям к измерениям осуществляется путем аттестации методик (методов) измерений».

???что отнести к прямым измерениям в современном понимании ??.

По определению в ФЗ - это измерение, при котором искомое значение величины получают непосредственно от средства измерений.

ФОРМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ (ГРОЕИ)



(из ГОСТ Р 8.563-2009) национальные стандарты **должны содержать только аттестованные методики выполнения измерений.**

Однако, известно, что далеко не все стандарты, имеющие в своем названии слова "методы" или "измерения", содержат совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности, то есть полноценную МИ.

Примеры стандартов и методических указаний, которые не содержат методик измерения

Наименование

Комментарий

МУК 4.3.2194-07. Методические указания. Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях

Не содержит указаний на погрешность или неопределенность измерений

МУК 4.3.2812-10. Инструментальный контроль и оценка освещения рабочих мест

Утверждает, что МИ должна содержаться в эксплуатационной документации

МУК 4.3.2756-10. Методические указания по измерению и оценке микроклимата производственных помещений

Не содержит сведений о гарантированной точности измерений

МУК 4.3.2491-09. Методические указания. Гигиеническая оценка электрических и магнитных полей промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях

Не содержит сведений о гарантированной точности измерений

ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997). Межгосударственный стандарт. Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования

1. Ограниченно применим для гигиенической оценки, так как не все физические величины, которые он описывает, соответствуют действующим в РФ гигиеническим нормативам.
2. Не содержит сведений о гарантированной точности измерений

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Для вида измерений или метрологического объекта

Найти НД (ГОСТ, ГОСТ Р, МИ, ПМГ, РМГ и т.п.), которые касаются измерения испытания или контроля, но не содержат требований к погрешности или других элементов **методик измерения**



ЧТО ТАКОЕ МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Впервые понятие МВИ появилось с
принятием в 1972 году

ГОСТ 8.010-72 «ГСИ. Общие
требования к стандартизации и
аттестации методик выполнения
измерений».

АНАЛИЗ ПОНЯТИЯ «МВИ»

МВИ- установленная совокупность операций и правил при измерении, выполнение которых обеспечивает получение **результатов измерений с гарантированной точностью** в соответствии с принятым методом **(РМГ 29-99 «Метрология.**

Основные термины и определения)

МВИ по РМГ 29 - 99 базируется на методе измерений

МВИ называют конструкторский либо ТД (или их раздел), содержащий совокупность требований к методам, средствам, условиям, алгоритму операций подготовки и проведения операций измерений, порядку и способу обработки их результатов, выполнение которых обеспечивает получение заданных в методике выполнения измерений значений показателей точности измерений **(ГОСТ Р 8.563-96. МВИ. Требования к построению и изложению)**

АНАЛИЗ ПОНЯТИЯ «МВИ»

согласно предшествующей
стандартов ИСО 5725:
1994—1998 **«Точность**

**(правильность и
прецизионность) методов и
результатов измерений. Ч. 1.
Основные положения и
определения»**

и ИСО/МЭК 17025—99 «Общие
требования

к компетентности испытательных
и калибровочных лабораторий»
понятие метод и МВИ были
различными в своих определениях

понятие «метод измерений» по ИСО
5725 и ИСО/МЭК 17025 было
адекватно понятию **«методика
выполнения измерений (МВИ)»** -
«measurement procedure» по ГОСТ Р
8.563—2009 и, соответственно,
значительно шире по смыслу, чем
определение термина «метод
измерений», данного
в РМГ 29 - 99.

в РМГ 29 - 99 под **методом
измерений** понимается **«прием или
совокупность приемов сравнения
измеряемой величины с ее
единицей в соответствии с
реализованным принципом
измерений»**.

По РМГ 29 - 99 метод измерений
обусловлен устройством средств
измерений.

АНАЛИЗ ПОНЯТИЯ «МВИ»

современное понимание

Чтобы измерения выполнялись одинаковым образом, **метод измерений должен быть стандартизован**. Все измерения должны выполняться согласно данному стандартному методу. Это означает, что должен быть письменный документ, устанавливающий во всех подробностях.

Согласно **ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. метод измерений должен описывать** как должно выполняться измерение, и включать в себя **описание процедур получения и подготовки образцов для выполнения измерений**

ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения.

что слово «метод» в оригинале Стандарта 5725 означает и собственно метод измерений, и методику их выполнения.


Это слово должно трактоваться в том или ином смысле (или в обоих смыслах) в зависимости от контекста.

АНАЛИЗ ПОНЯТИЯ «МВИ»

современное понимание

- **Методика (метод)** измерений- совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности

Данное понятие приведено в ФЗ №102 от 28 июня «**Об обеспечении единства измерений**» И в ГОСТ Р 8.563-2009 «**Методики (методы) измерений.**»



В любом случае из определений следует, что под методикой измерений (МВИ) понимают технологический процесс измерения , поэтому не следует смешивать **МВИ** и **документ на МВИ**.

НАЗНАЧЕНИЕ МЕТОДИК ИЗМЕРЕНИЙ И ИХ РОЛЬ В СИСТЕМЕ ОЕИ

Методики разрабатывают и используют для выполнения измерений с погрешностью, характеристики которой не хуже гарантированной в научно-технической документации на МВИ. Получение результатов измерений с известной погрешностью или с погрешностью, не превышающей допустимых пределов, является одним из важнейших условий обеспечения единства измерений.

Именно с этой целью разрабатываются МВИ

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ГОСТ 8.563

Ранее (до 2008 г) процедура разработки МВИ в общем виде была приведена в МИ 2377-96

«**Разработка и аттестация методик выполнения измерений**»

(п. 4.1). и показана на рисунке.

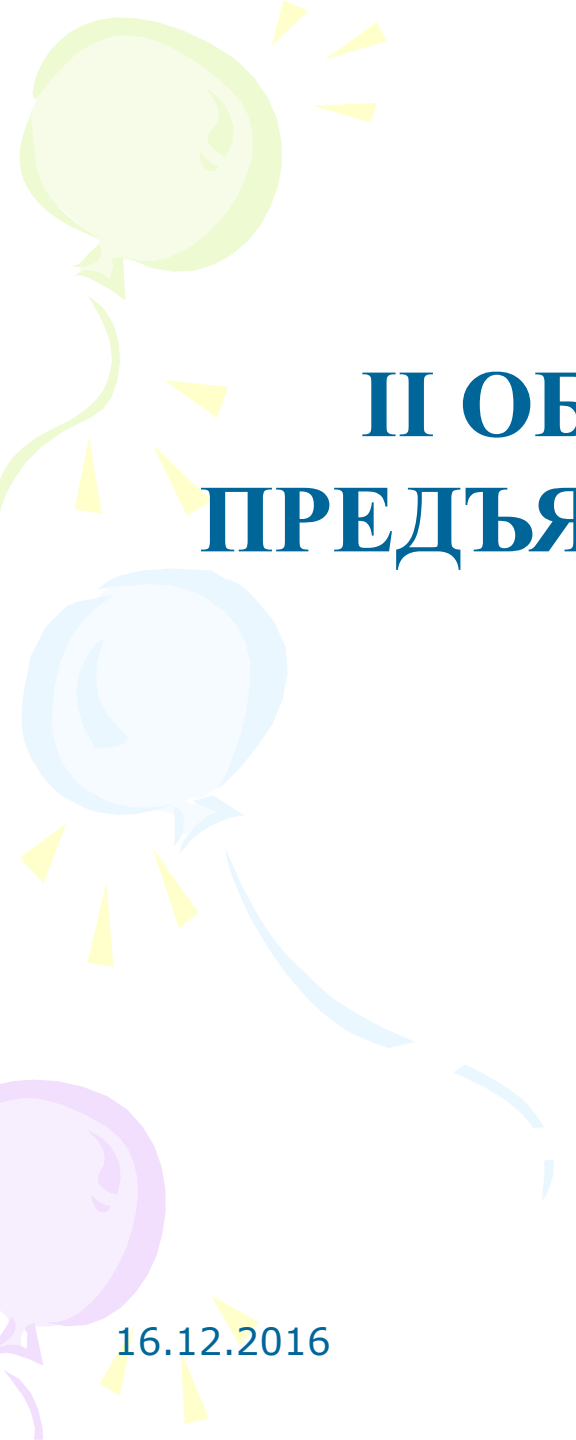
МИ 2377-96 разработаны с целью оказать помощь при внедрении ГОСТ Р 8.363-96 «... целесообразно использовать при внедрении ГОСТ Р 8.563-96 «ГСИ. Методики выполнения измерений».

МЕСТО МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ В МО

Методики выполнения измерений являются
важнейшим **элементом**
метрологического обеспечения
измерений.

и их введение в метрологическую
практику вызвано объективными
причинами.

Для обеспечения единства измерений
недостаточно знать погрешность средств
измерений, необходимо также учитывать в
качестве составляющих погрешности
метода и вносимые оператором.



II ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МЕТОДИКЕ ИЗМЕРЕНИЙ

16.12.2016

II ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МЕТОДИКЕ ИЗМЕРЕНИЙ

1. Обеспечение требуемой точности измерений.
2. Обеспечение экономичности измерений.
3. Обеспечение безопасности измерений.
4. Обеспечение представительности (валидности) результатов измерений

1. ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

Точность - необходимое условие для использования результатов измерений.

Несоблюдение этого условия делает невозможным получение действительного значения измеряемой физической величины. Обеспечение точности измерений заключается в установлении требуемого соотношения допустимой погрешности измерений $[\Delta]$ и значения предела реализуемой в ходе измерений погрешности Δ

$$\Delta \leq [\Delta].$$

ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

Запас точности измерений (избыточная точность) как правило оказывается нерациональным, **поскольку предельное соотношение**

$$\Delta = [\Delta]$$

обеспечивает достоверность измерительной информации, а **уменьшение погрешности измерений** ведет к резкому увеличению затрат на их выполнение.

2. ЭКОНОМИЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

Экономичность измерений – не абсолютное требование.

По экономичности можно сравнивать **только конкурентоспособные МВИ**, гарантирующие необходимую точность.

При оценке экономичности измерений учитывают **производительность и себестоимость измерительной операции**, необходимую квалификацию оператора, наличие конкурирующих СИ, цену универсальных СИ, стоимость разработки и изготовления специального (нестандартизованного) СИ, возможность многоцелевого использования данных СИ и др.

ОБЩИЙ ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ МВИ

1. Разработка, согласование и утверждение ТЗ на МВИ

2. Формирование исходных данных для разработки МВИ

3. Выбор метода и СИ

4. Проведение испытаний и утверждения типа СИ

5. Выбор методов и средств поверки (калибровки) СИ

6. Разработка и экспертиза документа на МВИ

6.1 Аттестация МВИ

6.3 Стандартизация МВИ

6.2 Утверждение документа на МВИ

7. Метрологический надзор за МВИ

Типичные составляющие погрешности измерений

Типичные составляющие погрешности измерений приведены в ГОСТ 8.563-2009 (Приложение 1), МИ 1967-89 (п. 4-5) и МИ 2246-93 Рекомендация ГСОЕИ «Погрешности измерений. Обозначен

Методические составляющие

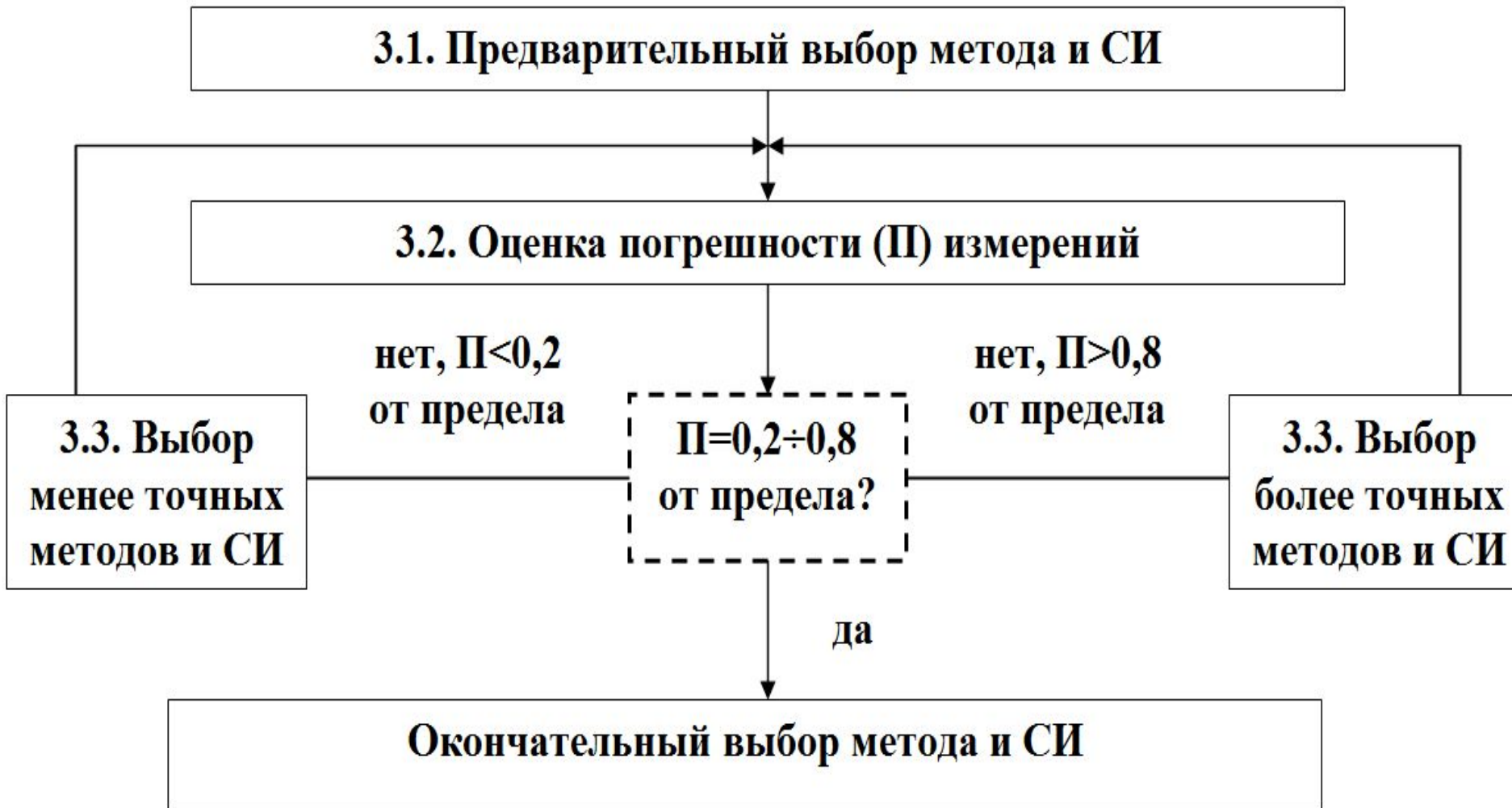
- неадекватность измеряемой величины параметру модели, характеризующей объект измерения
- отличие используемого алгоритма вычислений от функции, строго связывающей результат наблюдений с измеряемой величиной

инструментальные составляющие

- погрешность СИ.
- динамические погрешности СИ
- погрешности передачи измерительной информации

погрешности, вносимые оператором

- погрешности считывания значений измеряемой величины со шкал и диаграмм.
- погрешности обработки результатов наблюдений
- погрешности, вызванные воздействием оператора на объект и СИ



ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТИ МВИ

Расчёт и унификация составляющих погрешности

Суммирование составляющих погрешности

Выявление существенных составляющих погрешности

Получение дополнительной информации по существенным составляющим погрешности

Перерасчёт существенных составляющих с учётом уточнённой информации

Выявление несущественных составляющих погрешности

Суммирование составляющих погрешности

ЧЕРНОВИКИ

16.12.2016

Рекомендации по расчету общей погрешности

По РМГ 62- 2003 «ГСОЕИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации»

1. Для составляющих погрешности представляются в виде:

а) $\pm\Delta$ ($\Delta = |x_{\text{изм}} - x_{\partial}|$) - предел абсолютной погрешности;

б) $\pm\delta$ - предел относительной погрешности:

в) $\pm\gamma$ - предел приведенной погрешности;

г) S - стандартное отклонение.

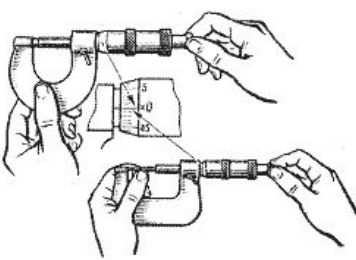
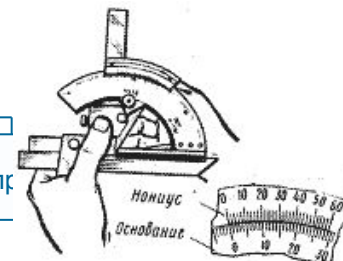
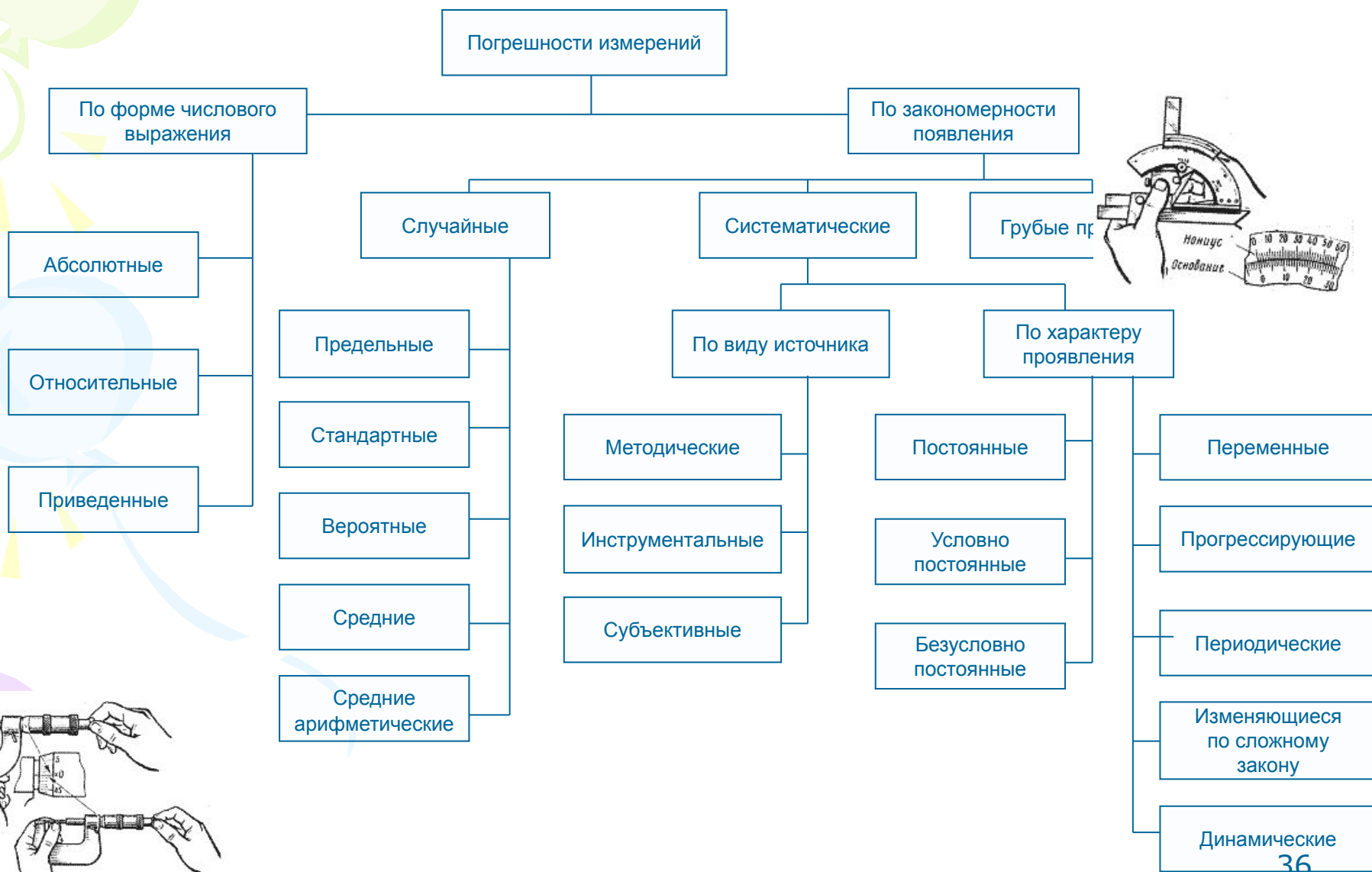
2. Для суммирования погрешностей используются пределы относительной погрешности.

3. Для перехода к относительной форме записи погрешности следует использовать следующие выражения.

Перевод форм абсолютной формы в относительную (т.е., а)

→ б) $\Delta = |x_{\text{изм}} - x_{\partial}|$

Погрешности измерений



Формулы для перевода формы представления погрешности

$$\Delta = |x_{\text{изм}} - x_{\text{д}}|, \dots \delta = \frac{\Delta}{x_{\text{д}}} \cdot 100, \%$$

Где $x_{\text{изм}}$ - $x_{\text{д}}$ - измеренное и действительное значение измеряемой величины. ¶

¶

Перевод форм (в) → (б) ¶

$$\delta = \frac{\Delta}{x_{\text{д}}} \cdot 100, \dots \gamma = \frac{\Delta}{x_{\text{н}}} \cdot 100, \dots \%$$

$$\text{отсюда } \delta = \gamma \cdot \frac{x_{\text{н}}}{x_{\text{д}}}, \%$$

где $x_{\text{н}}$ - нормирующее значение измеряемой величины - верхний предел или диапазон измерений СИ. ¶

¶

Перевод форм (г) → (б) ¶

$$\Delta = 2s \text{ при } P=95\% \text{ (обычные измерения).} \quad \%$$

$$\Delta = 3s \text{ при } P=99\% \text{ (высокоточные измерения)} \quad \%$$

$$\delta = \frac{\Delta}{x_{\text{д}}} \cdot 100, \%$$