

**Метрологическое обеспечение
на базе профессионального
стандарта
"Специалист по метрологии"**

Санкт-Петербург

2017 г.

Единство измерений:
Состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах, а погрешности известны с заданной вероятностью и не выходят за установленные пределы

В результате изучения метрологических правил и норм специалист должен:

1 *Знать* основные метрологические правила, требования и нормы.

2 *Соблюдать* их в своей практической деятельности.

3 *Уметь применять* полученные знания, умения и навыки в целях повышения качества своей работы.

Нормативная документация

Федеральный Закон Российской Федерации “Об обеспечении единства измерений “, N 102-ФЗ, утвержденный 26 июня 2008 года

ISO 10012 Системы управления измерениями — Требования к процессам измерения и измерительному оборудованию

ISO 9001:2015 “ Системы менеджмента качества. Требования”

РМГ 29 Метрология. Основные термины и определения

ГОСТ 8.009 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений

ГОСТ 8.417 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин

ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения

(не действует в РФ)

ГОСТ Р 54500.3 Неопределенность измерения.

Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения

ГОСТ Р 8.568 "Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения."

ГОСТ Р 51672 Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия

ГОСТ Р 51814.5 Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Анализ измерительных и контрольных процессов

ГОСТ Р 8.563 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений

СТ СЭВ 543-77 Правила записи и округления чисел

ГОСТ 8.401 Государственная система обеспечения единства измерений. Классы точности средств измерений. Общие требования

Библиография

1	Н.Н.Рейх, А.А. Тупиченков, В.Г.Цейтлин	Метрологическое обеспечение производства	Издательство стандартов, Москва, 1987
2	Г.Д.Бурдун, Б.Н.Марков	Основы метрологии	Издательство стандартов, Москва, 1985
3	Л.И. Довбета В.В. Лячев Т.Н. Сирая	Основы теоретической метрологии	Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ» Санкт-Петербург, 1999
4	И.Ф.Шишкин	Метрология, стандартизация и управление качеством	Издательство стандартов, Москва, 1990
5	М.Н. Селиванов А.Э Фридман Ж.Ф Кудряшова	Метрологическая справочная книга	Издательство Лениздат, 1987
6	С.А. Шабалин	Прикладная метрология в вопросах и ответах	Издательство стандартов, Москва, 1990

Требования, которые потребители способны точно сформулировать и четко изложить в документах на поставку

Высказанные, явные



Требования к качеству продукции, настолько хорошо всем известные, что любой грамотный потребитель считает их само собой разумеющимися (подразумеваемое качество).

Невысказанные, подразумеваемые



Характеристики качества, о существовании которых потребитель даже не догадывается и не понимает, как их можно использовать для улучшения результатов и повышения производительности тех работ, в которых он использует данную продукцию (скрытое качество).

Неизвестные



ЕДИНОЕ КАЧЕСТВО

TD

Необходимость осуществления измерений

**Конструкторская и технологическая документация,
другая нормативная документация**

**Методы и методики измерений
физических величин,
характеризующих качество
продукции и ее составных
элементов**

**Методы и методики измерений
физических величин,
характеризующих качество
технологических процессов и
операций**

**Получение первичной информации
о фактическом состоянии объекта
контроля**

Обеспечение качества измерений для обеспечения достоверности технического контроля



Конечная цель метрологического обеспечения – свести к рациональному минимуму возможность принятия ошибочных решений по результатам измерений, испытаний и контроля сырья, материалов, изделий и процессов

Получение первичной информации о фактическом состоянии объекта контроля

Получение вторичной информации - от заданных параметров

Подготовка информации для выработки соответствующих управляющих воздействий

РМГ 29-2013 Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины определения

2.1 метрология: Наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.*

* Нумерация соответствует РМГ 29-2013

Метрологическое обеспечение – установление и применение научных и организационных основ , технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений

3.1 величина: Свойство материального объекта или явления, общее в качественном отношении для многих объектов или явлений, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

Примечание - В качестве основы для сравнения может выступать единица измерения, методика измерения, стандартный образец или их комбинации.

3.3 род (величины): Качественная определенность величины.

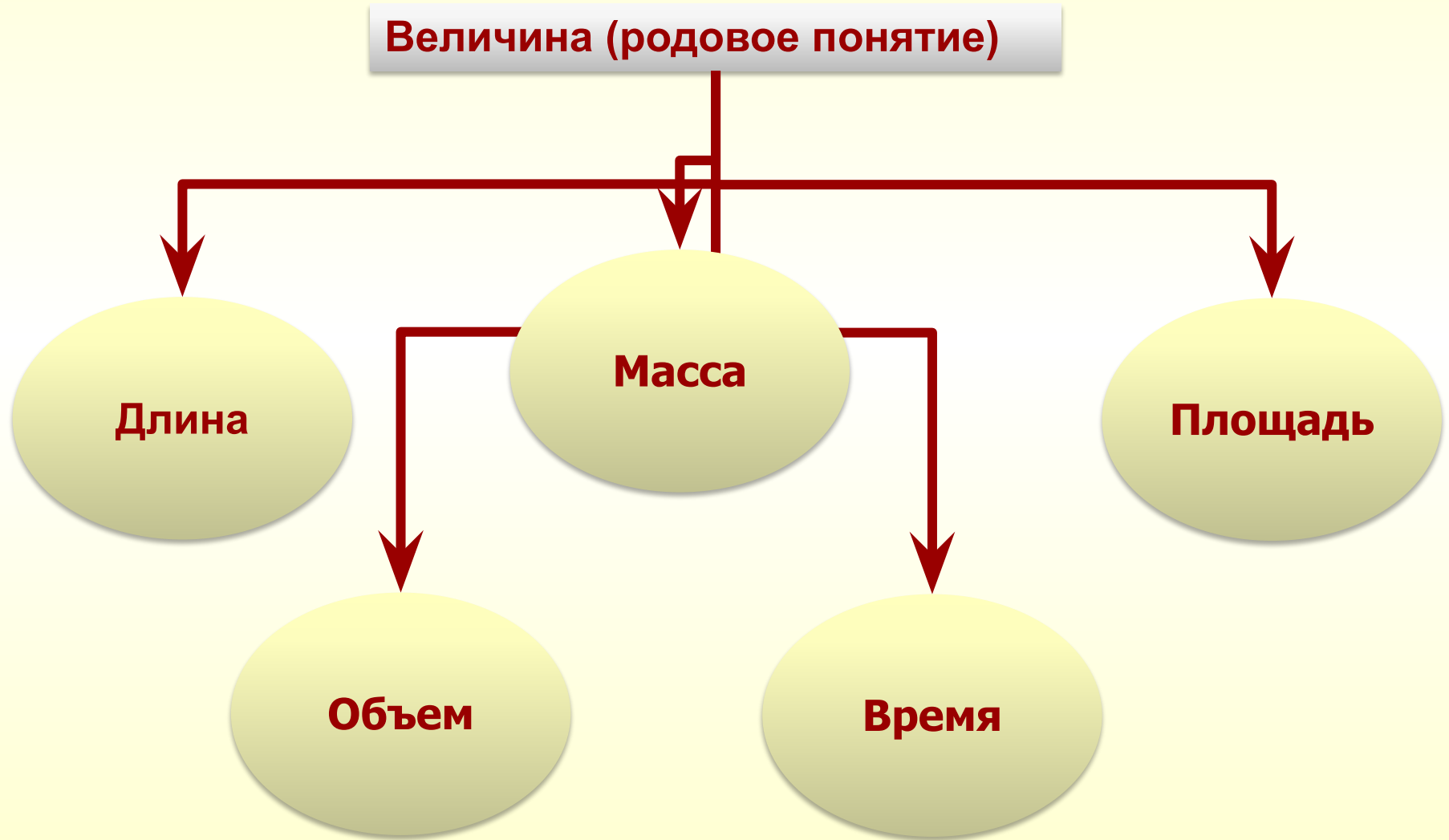
Примеры

1 Длина и диаметр детали - однородные величины.

2 Длина и масса детали - неоднородные величины.

Примечание - Однородные величины в рамках данной системы величин имеют одинаковую размерность величины. Однако величины одинаковой размерности не обязательно будут однородными (например, длина металлического стержня и длина электромагнитной волны).

Каждая физическая величина отражает какое-либо одно свойство, присущее данному множеству объектов материального мира



Последовательность введения основных понятий теории точности измерений:



5.7 точность измерений: точность результата измерения:
Близость измеренного значения к **истинному значению**
измеряемой величины.

5.4 истинное значение (величины): Значение величины,
которое соответствует определению измеряемой величины.

*Комментарий: истинное значение измеряемой величины
существует объективно и его никто не знает*

5.6 действительное значение (величины): Значение величины,
полученное экспериментальным путем и настолько близкое к
истинному значению, что в поставленной **измерительной**
задаче может быть использовано вместо него.

4.1 измерение (величины): Процесс экспериментального получения одного или более значений величины, которые могут быть обоснованно приписаны величине.

Примечания

1 Измерение подразумевает сравнение величин или включает счет объектов.

2 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.

5.1 результат (измерения величины): Множество значений величины, приписываемых измеряемой величине вместе с любой другой доступной и существенной информацией.

Примечания

1 Информация, приводимая в результате измерения, определяется особенностями конкретного измерения и соответствует требованиям, предъявляемым к этому измерению.

В большинстве случаев информация относится к **точности измерения** и **выражается показателями точности**, в обоснованных случаях содержит указание методики измерений и др.

5.16 погрешность (результата измерения): Разность между измеренным значением величины и опорным значением величины.

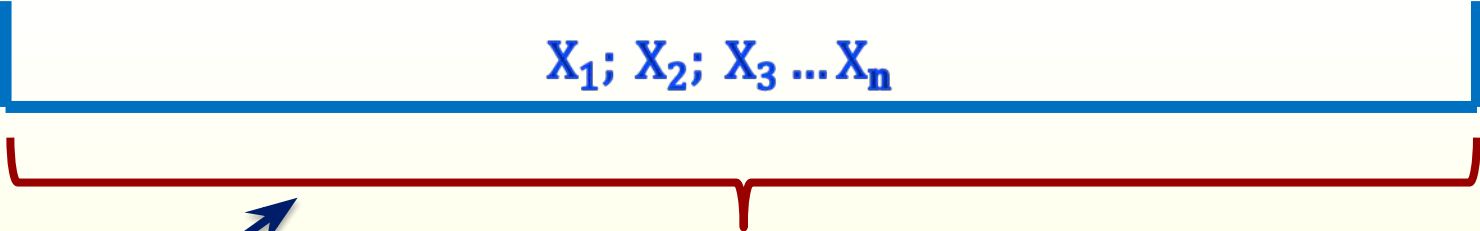
5.3 опорное значение (величины): Значение величины, которое используют в качестве основы для сопоставления со значениями величин того же рода.

$X_1; X_2; X_3 \dots X_n$

5.34 неопределенность (измерений): Неотрицательный параметр, характеризующий рассеяние значений величины, приписываемых измеряемой величине на основании измерительной информации.

Комментарий: Наши незнания об измеряемой величине определяются неопределенностью и группируются около результата измерения.

$X_1; X_2; X_3 \dots X_n$



*Комментарий: Разброс значений, которые могут быть обоснованно приписаны измеряемой величине.
Внимание! Истинное значение измеряемой величины не обязательно находится в середине*

неопределенность (измерения) [uncertainty (of measurement)]:
Параметр, относящийся к результату измерения и характеризующий разброс значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине.

Примечание 1 - Параметром может быть, например, стандартное отклонение (или величина, пропорциональная стандартному отклонению) или полуширина интервала, которому соответствует заданный уровень доверия.

Примечание 2 - Неопределенность измерения, как правило, включает в себя много составляющих. Некоторые из них могут быть оценены из статистического распределения результатов ряда измерений и описаны выборочными стандартными отклонениями. Другие составляющие, которые также могут быть описаны стандартными отклонениями, оценивают, исходя из основанных на опыте предположений или иной информации о виде закона распределения.

Примечание 3 - Предполагается, что результат измерения является лучшей оценкой измеряемой величины, а все составляющие неопределенности, включая обусловленные систематическими эффектами (разного рода поправками, используемым эталоном сравнения), вносят вклад в разброс значений измеряемой величины.

[ГОСТ Р 54500.3-2011. Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения]

Познание - процесс

Измерения входят в процесс познания, а процедура получения измерительной информации является познавательной процедурой

γνοσιζ λογοζ - гносеология
μετρον λογοζ - метрология
qualis μετριο -
квалиметрия

Модель технологического процесса производства



Идентификация входных потоков, выходных потоков, управляющих воздействий и ресурсов



Нормирование требований

$X \pm \Delta X$	-
не более X,	с погрешностью измерений не более ΔX
не менее X	с погрешностью измерений не более ΔX
от X_1 до X_2	с погрешностью измерений не более ΔX
X	с погрешностью измерений не более ΔX

Требования ISO 9001:2015

Организация должна определить

что должно подлежать
мониторингу и измерениям

методы мониторинга, измерения, анализа
и оценки, необходимые для обеспечения
достоверных результатов

когда должны проводиться
мониторинг и измерения

когда результаты мониторинга и
измерений должны быть
проанализированы и оценены

Базовые критерии качества измерений

```
graph TD; A[Базовые критерии качества измерений] --> B[Достоверность]; A --> C[Изменчивость];
```

Достоверность

Изменчивость



Измерять -измерения

Применение недопустимых терминов



МЕРИТЬ;



ОБМЕРЯТЬ –ОБМЕРЫ;

ГОСТ 8.417

Межгосударственный стандарт.

Государственная система обеспечения единства измерений Единицы величин

Плоский угол ²⁾	градус ^{2), 4)}	...°	...°	$(\pi/180)$ rad $1,745329... \cdot 10^{-2}$ rad	=	Все области
	минута ^{2), 4)}	...'	...'	$(\pi/18000)$ rad $2,908882... \cdot 10^{-4}$ rad	=	
	секунда ^{2), 4)}	..."	..."	$(\pi/648000)$ rad $4,848137... \cdot 10^{-6}$ rad	=	
	град (гон)	гон	град	$(\pi/200)$ rad $1,57080... \cdot 10^{-2}$ rad	=	Геодезия

7 Правила образования наименований и обозначений десятичных кратных и дольных единиц СИ

Десятичный множитель	Приставка	Обозначение приставки		Десятичный множитель	Приставка	Обозначение приставки	
		международное	русское			международное	русское
10^{24}	иотта	Y	И	10^{-1}	деци	d	д
20^{21}	зетта	Z	З	10^{-2}	санتي	c	с
10^{18}	экса	E	Э	10^{-3}	милли	m	м
10^{15}	пета	P	П	10^{-6}	микро	μ	мк
10^{12}	тера	T	Т	10^{-9}	нано	n	н
10^9	гига	G	Г	10^{-12}	пико	p	п
10^6	мега	M	М	10^{-15}	фемто	f	ф
10^3	кило	k	к	10^{-18}	атто	a	а
10^2	гекто	h	г	10^{-21}	зепто	z	з
10^1	дека	da	да	10^{-24}	иокто	y	и

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Измерение - Совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины

РМГ 29

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

Примечания

1 Измерение подразумевает сравнение величин или включает счет объектов.

2 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.

Основные особенности понятия «измерение»:



Процессный характер – «процесс»

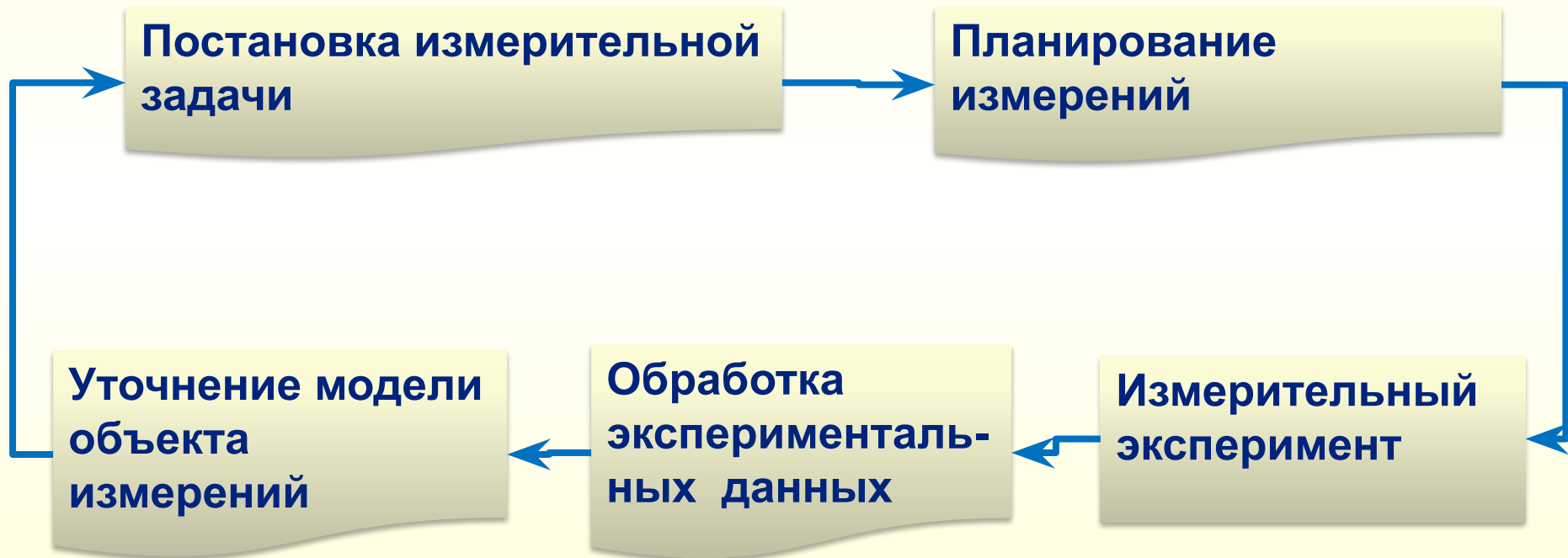


Экспериментальный характер – «процесс экспериментального получения»

Напряжение источника питания (5.0 ± 0.1) В

Целевой характер – получения одного или более значений величины, которые могут быть обоснованно приписаны величине

Модель решения измерительной задачи

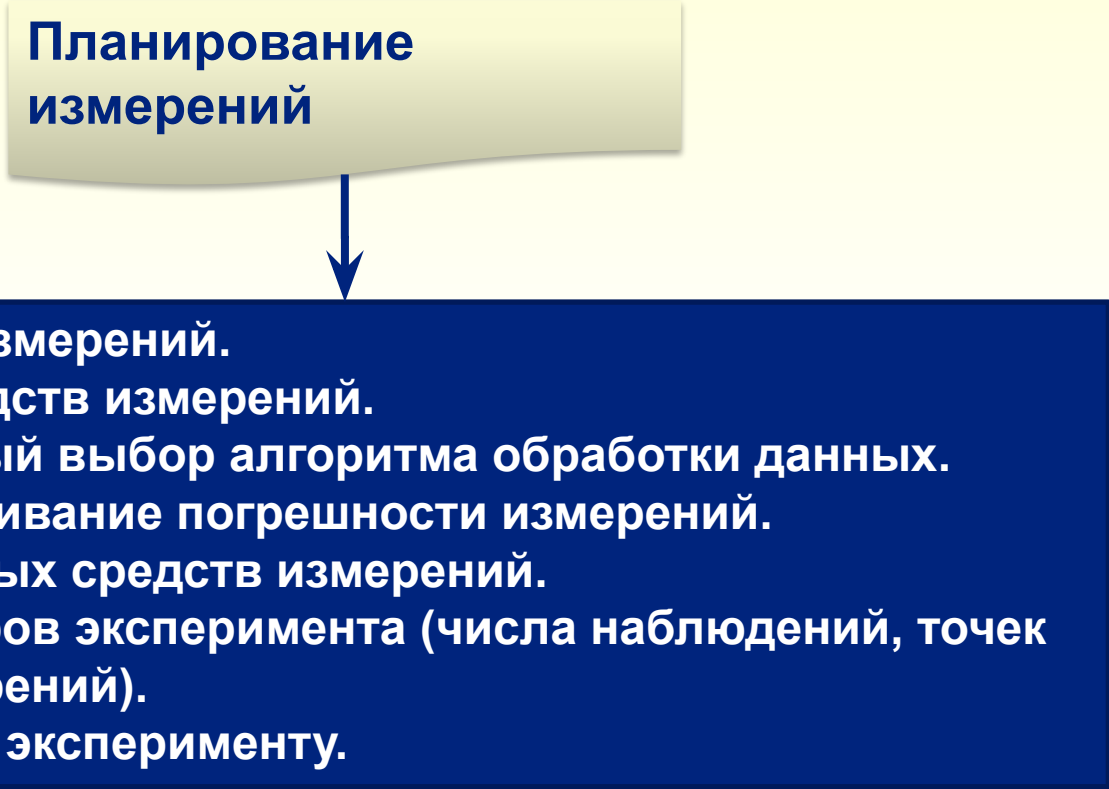


Постановка измерительной задачи

```
graph TD; A[Постановка измерительной задачи] --> B[Анализ априорной информации<br/>Формирование модели объекта исследования<br/>Определение измеряемой величины<br/>Формализация измерительной задачи<br/>Выбор непосредственно измеряемых величин<br/>Формирование основных уравнений измерений];
```

Анализ априорной информации
Формирование модели объекта исследования
Определение измеряемой величины
Формализация измерительной задачи
Выбор непосредственно измеряемых величин
Формирование основных уравнений измерений

Планирование измерений



Выбор метода измерений.

Выбор типа средств измерений.

Предварительный выбор алгоритма обработки данных.

Априорное оценивание погрешности измерений.

Выбор конкретных средств измерений.

Выбор параметров эксперимента (числа наблюдений, точек и времени измерений).

Подготовка СИ к эксперименту.

Измерительный эксперимент



**Взаимодействие средства измерений с объектом исследований.
Преобразование сигнала измерительной информации
Регистрация результата**

Обработка экспериментальных данных



**Анализ исходных данных и выбор алгоритма обработки измерений.
Вычисление результата измерений и показателей его погрешности.
Анализ и интерпретация полученных результатов.
Запись результатов измерений**

Уточнение модели объекта измерений



**Анализ результатов измерений.
Уточнение модели измерений**

**РМГ 29 Рекомендации по межгосударственной стандартизации.
Государственная система обеспечения единства измерений.
Метрология. Основные термины определения**

6.1 средства измерительной техники: Обобщающее понятие, охватывающее технические средства, специально предназначенные для **измерений**

Примечание - К средствам измерительной техники относят средства измерений, эталоны, измерительные системы, измерительные установки, измерительные принадлежности, средства сравнения, стандартные образцы и др.

6.2 средство измерений: Техническое средство, предназначенное для измерений и имеющее нормированные (установленные) метрологические характеристики.

6.5 измерительный прибор: Средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия.

6.3 измерительная система; ИС: Совокупность средств измерений и других средств измерительной техники, размещенных в разных точках объекта измерения, функционально объединенных с целью измерений одной или нескольких величин, свойственных этому объекту.

эталон единицы величины: Техническое средство, предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины

[Приказ ФАТРМ. Рекомендации по проведению первичной и периодической аттестации и подготовке к утверждению эталонов единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования]

индикатор: Техническое средство, предназначенное и (или) применяемое для установления наличия какой-либо величины или превышения уровня ее порогового значения, а также для выработки сигнала, воздействующего на объект без оценки его параметров с нормированной точностью.[ГОСТ РВ 0008—001—2013]

измерительный канал измерительной системы (измерительный канал ИС): Конструктивно или функционально выделяемая часть ИС, выполняющая законченную функцию от восприятия измеряемой величины до получения результата ее измерений, выражаемого числом или соответствующим ему кодом, или до получения аналогового сигнала, один из параметров которого - функция измеряемой величины
[ГОСТ Р 8.596-2002 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения]

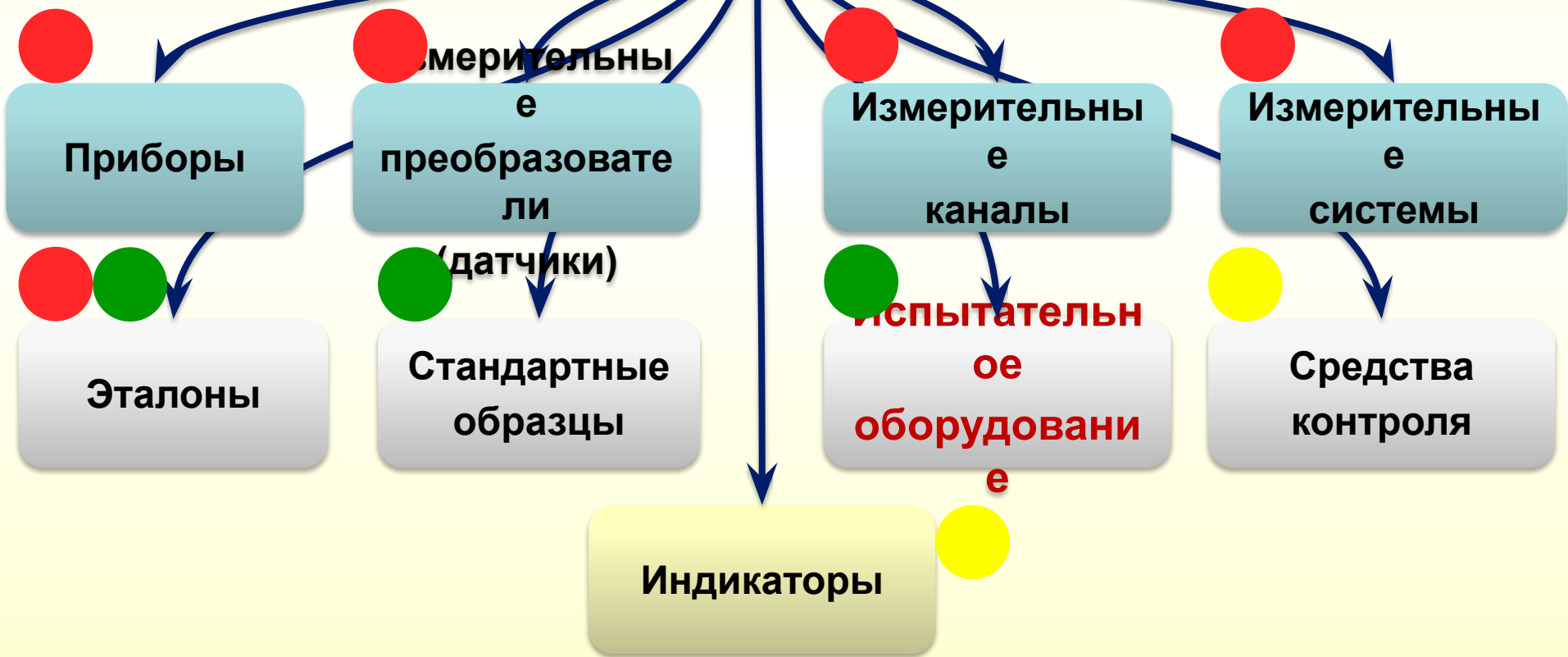
Измерительный преобразователь (Преобразователь. Датчик)
Средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем.
[ГОСТ 16263-70 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения]

● поверка, калибровка

● аттестация

● проверка

Управление оборудованием для мониторинга и измерений



Управление устройствами для мониторинга и измерений в организациях в соответствии с ГОСТ РВ 0015-002-2012

Обозначение направления	Формулировка направления	Объекты управления	Примечания
1	Управление устройствами для мониторинга и измерений в целях обеспечения измерений, контроля и испытаний технических характеристик продукции, предназначенной для потребителя	<p>Устройства для мониторинга и измерений для обеспечения измерений, испытаний и контроля следующих объектов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – материалы, комплектующие, полуфабрикаты, готовые узлы; – готовая продукция; – вооружение и военная техника. 	<p>Данное направление учитывает также управление устройствами для мониторинга и измерений в целях обеспечения измерений, контроля и испытаний технических характеристик продукции в ходе НИР и ОКР</p>
2	Управление устройствами для мониторинга и измерений для обеспечения измерений, контроля и испытаний технических характеристик объектов инфраструктуры	<p>Устройства для мониторинга и измерений для обеспечения измерений, контроля и испытаний следующего:</p> <ul style="list-style-type: none"> – оборудование, оснастка, инструмент; – компьютерная техника, программное обеспечение; – здания, сооружения, помещения; – устройства для мониторинга и измерений. 	-
3	Управление устройствами для мониторинга и измерений, предназначенных для комплектации продукции для потребителя	<p>Устройства для мониторинга и измерений, встроенные в продукцию;</p> <p>Устройства для мониторинга и измерений, встроенные в оборудование, предназначенное для комплектации продукции</p>	-

Требования ISO 9001:2015 пп.9.1.1

Организация **должна определить**

что должно подлежать мониторингу и измерениям

методы мониторинга, измерения, анализа и оценки, необходимые для обеспечения достоверных результатов

когда должны проводиться мониторинг и измерения

когда результаты мониторинга и измерений должны быть проанализированы и оценены

Требования ISO 9001:2015 пп.7.1.5

Организация **должна определить и предоставить ресурсы**, необходимые для обеспечения действительных и надежных результатов в тех случаях, когда мониторинг или измерения используются для подтверждения соответствия продукции и услуг требованиям.

Организация **должна обеспечить**, чтобы предоставленные ресурсы:

- а) **подходили конкретному виду** осуществляемой деятельности по мониторингу и измерениям;
- б) **поддерживались в рабочем состоянии** для обеспечения их постоянной пригодности для назначению.

Организация **должна сохранять соответствующую документированную информацию** в качестве свидетельства пригодности назначению ресурсов для мониторинга и измерения.

В тех случаях, когда прослеживаемость измерения является требованием или рассматривается организацией в качестве важного элемента для обеспечения уверенности в правомочности результатов измерения, измерительное оборудование должно быть:

откалибровано и/или поверено через установленные периоды или перед его применением по эталонам, передающим размеры единиц в сравнении с международными или национальными эталонами

идентифицировано в целях установления их статуса

защищено от регулировок, повреждения и ухудшения состояния, которые сделали бы недействительными статус калибровки и последующие результаты измерения

При отсутствии эталонов база, использованная для калибровки или поверки, должна быть зарегистрированной и сохраняться в качестве документированной информации

Организация должна определить действительность предыдущих результатов измерения в тех случаях, когда было обнаружено, что измерительное оборудование непригодно для применения по назначению и, при необходимости предпринять соответствующие действия

Организационно-техническая поддержка
метрологического обеспечения
действующего производства

Выполнение точных и
особо точных измерений
для определения
действительных значений
контролируемых
параметров **для**
принятия решений о
стабильности
качества

Управление поверочной
и калибровочной
деятельностью *для*
своевременного
обеспечения
метрологической
пригодности
средств измерений

Организация
оперативного учета
средств измерений
для снижения
риска применения
метрологически
непригодных
средства
измерений

Метрологическое обеспечение разработки, производства и испытаний продукции

Выполнение точных и особо точных измерений для определения действительных значений контролируемых параметров **для принятия решений о стабильности качества продукции и характеристик производства**

Метрологический надзор за соблюдением правил и норм обеспечения единства измерений, состояния и применения средств измерений **для принятия решений об изменениях и улучшениях процедур управления метрологическим обеспечением**

Разработка и внедрение специальных средств измерений **для принятия решений о качестве продукции и технологических процессов**

Управление поверочной и калибровочной деятельностью **для обеспечения метрологической пригодности средств измерений**

Управление испытательным оборудованием **для обеспечения пригодности испытательного оборудования к проведению испытаний**

Организация работ по метрологическому обеспечению подразделений

Анализ состояния метрологического обеспечения в подразделении метрологической службы организации **для принятия решений о влиянии состояния метрологического обеспечения на обеспечение производства**

Организация работ по метрологической экспертизе технической документации **для снижения риска получения недостоверных результатов измерений и испытаний**

Организация работ по поверке (калибровке) средств измерений в подразделении **для своевременного обеспечения производства метрологически пригодными средствами измерений**

Организация работ по метрологической экспертизе технической документации **для снижения риска получения недостоверных результатов измерений и испытаний**

Организация работ по обновлению эталонной базы, поверочного оборудования и средств измерений **для обеспечения калибровочной и поверочной деятельности**

Подготовка подразделения метрологической службы организации к прохождению аккредитации в области обеспечения единства измерений **для обеспечения достоверности результатов измерений и испытаний**

Организация работ по метрологическому обеспечению организации

Анализ состояния метрологического обеспечения в организации *для оценки влияния на выполнение целей бизнеса*

Функциональное руководство работниками организации, осуществляющими метрологическое обеспечение *для обеспечения эффективности при выполнении целей бизнеса*

Организация работ по прохождению аккредитации организации в области обеспечения единства измерений *для обеспечения достоверности результатов измерений и испытаний*

Планирование деятельности метрологической службы организации *для эффективного управления ресурсами*

Классификация дефектов по ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения

критический: дефект, критическим образом влияющий на безопасность эксплуатации продукции, деталей и сборочных единиц и безопасность изготовления продукции, деталей и сборочных единиц. Критический дефект приводит к возникновению ситуаций, угрожающих здоровью и жизни людей

значительный: дефект, влияющий на выполнение продукцией основной функции. Дефект, связанный с не выполнением основной функции (надежности) может привести к неудовлетворенности потребителей и значительным финансовым потерям.

малозначительный: дефект, не влияющий на выполнение продукцией основной функции и не связанный с безопасностью. Малозначительный дефект может вызвать раздражение потребителя.

Стандарты на системы менеджмента качества по отраслям

Технические стандарты по отраслям промышленности, устанавливающие требования к качеству продукции и процессов производства

Классификация характеристик качества продукции и процессов производства по значимости при эксплуатации (потреблении) и изготовлении

ГОСТ 15467-79

Критический дефект	Значительный дефект	Малозначительный дефект
--------------------	---------------------	-------------------------

СТО Газпром 9001

Специальные характеристики продукции	Особо ответственные процессы
--------------------------------------	------------------------------

ГОСТ РВ 20.57.413-97

ГОСТ РВ 0015-002-2012

Важнейшие параметры (характеристики)	Особо ответственные процессы
--------------------------------------	------------------------------

IATF 16949

Специальные характеристики
продукции

Специальные параметры
процесса производства

ГОСТ Р 51814.6

Ключевые характеристики
продукции

Ключевые процессы

ISO/TS 22163 (IRIS (International Railway Industry Standard))

Критические характеристики
продукции

Ключевые процессы

ГОСТ Р EN 9100



Ключевые характеристики

Критические элементы

ISO 22000



Критические пределы

**Критические контрольные
точки**

**Конструкторская документация.
Технические условия.
Технологическая документация.**

**Стандарты единой системы
конструкторской документации - ЕСКД**

**Стандарты единой системы
технологической документации - ЕСТД**

**Базовые
требования к
продукции и
процессам ее
изготовления**

Структурированная функция качества

$$Q_{\$} = f (X_1, X_2, \dots Y_1, \dots Z_1, Z_2 \dots \dots \dots N_n)$$

Функциональные
характеристики
продукции

Характеристики
продукции по
безопасности

Характеристики
технологическо
го процесса
