

The background is a light blue gradient with several realistic water droplets of various sizes scattered across it. The droplets have highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance. The main title is centered in a large, bold, black serif font.

МЕТРОЛОГИЯ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ИХ
ОБРАБОТКА

Единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы.

В настоящее время особое внимание уделяется не только самим результатам измерений, но и **показателям качества результатов измерений**. Они могут выражаться через показатели точности (правильности и прецизионности) или через выражение неопределенности. Эти два способа выражений показателей качества измерений обусловлены различными подходами к способам их оценивания и объяснению физического смысла этих понятий, существующих среди метрологов.

Основные термины и определения сформулированные в ГОСТ Р ИСО 5725, часть 1-ая и ГОСТ Р 8.563-96

Методика выполнения измерений или метод измерений - совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленной погрешностью (неопределенностью).

Наблюдаемое значение – значение характеристики, полученное в результате единичного наблюдения.

Результат измерений – значение характеристики, полученное выполнением регламентированного метода измерений.

Точность – степень близости результата измерений к принятому опорному значению.

Принятое опорное значение — значение, которое служит в качестве согласованного для сравнения и получено как:

- теоретическое или установленное значение, базирующееся на научных принципах;

- приписанное или аттестованное значение, базирующееся на экспериментальных работах какой-либо национальной или международной организации;

- согласованное или аттестованное значение, базирующееся на совместных экспериментальных работах под руководством научной или инженерной группы;

- математическое ожидание (общее среднее значение) заданной совокупности результатов измерений в условиях отсутствия необходимых эталонов, обеспечивающих воспроизведение, хранение и передачу соответствующих значений измеряемых величин (истинных или действительных значений измеряемых величин, выраженных в узаконенных единицах).

Правильность – степень близости среднего значения, полученного на основании большой серии результатов измерений (или результатов испытаний), к принятому опорному значению.

Систематическая погрешность – разность между математическим ожиданием результатов измерений и истинным (или в его отсутствие - принятым опорным) значением.

Прецизионность – степень близости друг к другу независимых результатов измерений, полученных в конкретных регламентированных условиях.

Повторяемость – прецизионность в условиях повторяемости.

Условия повторяемости (сходимости) – условия, при которых независимые результаты измерений (или испытаний) получаются одним и тем же методом на идентичных объектах испытаний, в одной и той же лаборатории, одним и тем же оператором, с использованием одного и того же оборудования, в пределах короткого промежутка времени.

Повторяемость (сходимость) результатов измерений – степень близости друг к другу независимых результатов измерений, полученных в условиях повторяемости - одним и тем же методом на идентичных объектах, в одной и той же лаборатории, одним и тем же оператором, с использованием одного и того же оборудования, в пределах короткого промежутка времени.

Среднеквадратическое отклонение повторяемости – среднеквадратическое отклонение результатов измерений, полученных в условиях повторяемости (является мерой рассеяния результатов измерений в условиях повторяемости).

Предел повторяемости – значение, которое с доверительной вероятностью 95 % не превышает абсолютной величиной разности между результатами двух измерений, полученными в условиях повторяемости.

Воспроизводимость – *прецизионность в условиях воспроизводимости.*

Условия воспроизводимости – *условия, при которых результаты измерений (или испытаний) получают одним и тем же методом, на идентичных объектах испытаний, в разных лабораториях, разными операторами, с использованием различного оборудования.*

Воспроизводимость результатов измерений – *степень близости друг к другу независимых результатов измерений, полученных в условиях воспроизводимости – одним и тем же методом на идентичных объектах, в разных лабораториях, разными операторами, с использованием различного оборудования.*

Среднеквадратическое отклонение воспроизводимости – *среднеквадратическое отклонение результатов измерений, полученных в условиях воспроизводимости (является мерой рассеяния результатов измерений в условиях воспроизводимости).*

Предел воспроизводимости – *значение, которое с доверительной вероятностью 95 % не превышает абсолютной величиной разности между результатами двух измерений, полученными в условиях воспроизводимости.*

Неопределенность (измерений) – параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий рассеяние значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине.

Стандартная неопределенность – неопределенность результата измерений, выраженная в виде среднего квадратического отклонения.

Суммарная стандартная неопределенность – стандартная неопределенность результата измерений, полученного через значения других величин, равная положительному квадратному корню суммы членов, причем члены являются дисперсиями или ковариациями этих других величин, взвешенными в соответствии с тем, как результат измерений изменяется при изменении этих величин.

Расширенная неопределенность – величина, определяющая интервал вокруг результата измерений, в пределах которого, как можно ожидать, находится большая часть распределения значений, которые с достаточным основанием могли бы быть приписаны измеряемой величине.

Методика статистической обработки результатов измерений

1 Проводят n наблюдений (единичных измерений) и фиксируют n результатов измерений одного и того же значения физической величины, получают: $x_1', x_2' \dots x_n'$.

2. Исключают известные систематические погрешности результатов измерений и получают исправленный результат x_1, x_2, \dots, x_n .

3. Находят среднее арифметическое значение исправленных результатов и принимают его за результат измерений

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i.$$

5. Оценка показателя повторяемости результатов анализа ($\sigma_{\text{рл}}$)

– Определяют оценку среднеквадратического отклонения

$$S_n = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n S_i^2} = S_{\text{рл}};$$

- Показатель повторяемости результатов единичного анализа устанавливают, принимая равным СКО $\sigma_{\text{рл}} \sim S_{\text{рл}}$

- Показатель повторяемости результатов единичного анализа принимаем равным:

$$\sigma_{\text{рл (отн)}} = \sigma_{\text{рл}} * 100 / (X_{\text{ср}})_{\text{ср}}$$

- Предел повторяемости

$$r_{\text{л}} = 2,77 \cdot \sigma_{\text{рл}}$$

$$r_{\text{л (отн)}} = r_{\text{л}} * 100 / (X_{\text{ср}})_{\text{ср}}$$

6. Оценка показателя внутрилабораторной прецизионности результатов анализа ($\sigma_{RЛ}$)

- Расчет среднего арифметического значения результатов анализа в условиях прецизионности $(X_{cp})_{cp}$

- Расчет СКО средних арифметических значений результатов анализа

$$S_R^2 = \frac{\sum (X_{cp} - (X_{cp})_{cp})^2}{n-1}$$

$$S_{RЛ} = \sqrt{S_{Ri}^2 / (n-1)}$$

- показатель внутрилабораторной прецизионности результатов единичного анализа устанавливают, принимая равным СКО

$$\sigma_{RЛ} \sim S_{RЛ}$$

$$\sigma_{RЛ (отн)} = \sigma_{RЛ} * 100 / (X_{cp})_{cp}$$

- Предел внутрилабораторной прецизионности

$$R_{Л} = 2,77 \cdot \sigma_{RЛ}$$

$$R_{Л (отн)} = R_{Л} * 100 / (X_{cp})_{cp}$$

7 Оценка показателя правильности результатов анализа

-Расчет оценки показателя правильности согласно РМГ 61-2003
6.3.6:

$$\Delta_{\text{сл}} = 1,96\sqrt{(S_{\text{РЛ}}^2/n)}$$

$$\delta_{\text{сл (отн)}} = \Delta_{\text{сл}} * 100 / (X_{\text{ср}})_{\text{ср}}$$

8. Расчет показателя точности результатов анализов

$$\Delta_{\text{Л}} = 1,96\sqrt{(\sigma_{\text{РЛ}}^2 + \Delta_{\text{сл}}^2)}$$

9. Записывают результат измерений в виде: $\bar{\sigma} \pm \Delta$

Поверка средств измерений (далее также – поверка) – *совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям.*

Поверка средств измерений. Средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации - периодической поверке. Применяющие средства измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели обязаны своевременно представлять эти средства измерений на поверку.

Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, могут подвергаться поверке в добровольном порядке.

Калибровка средств измерений – совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений. Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, могут в добровольном порядке подвергаться калибровке. Калибровка средств измерений выполняется с использованием эталонов единиц величин, прослеживаемых к государственным первичным эталонам соответствующих единиц величин, а при отсутствии соответствующих государственных первичных эталонов единиц величин – к национальным эталонам единиц величин иностранных государств.

Выполняющие калибровку средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели в добровольном порядке могут быть аккредитованы в области обеспечения единства измерений. Результаты калибровки средств измерений, выполненной аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, могут быть использованы при поверке средств измерений.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ (ГСИ)

- это система обеспечения единства измерений в стране, реализуемая, управляемая и контролируемая федеральным органом исполнительной власти по метрологии – Росстандарт.

Единство измерений - это состояние измерений, при котором их результаты отражены в узаконенных единицах, погрешности известны с заданной вероятностью и не выходят за установленные пределы.

Деятельность по обеспечению единства измерения (далее - ОЕИ)

направлена на охрану

- прав и законных интересов граждан,
- установленного правопорядка и
- экономики

путем защиты от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений во всех сферах жизни общества на основе конституционных норм, законов, постановлений правительства РФ и НД.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И НАДЗОР (ГМКИН)

ЦЕЛЬ - ПРОВЕРКА СОБЛЮДЕНИЯ ПРАВИЛ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ МЕТРОЛОГИИ - ЗАКОНА РФ "ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ", СТАНДАРТОВ, ПРАВИЛ ПО МЕТРОЛОГИИ И ДРУГИХ НД.

ОБЪЕКТЫ ГМКИН:

- ✓ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ,
- ✓ ЭТАЛОНЫ,
- ✓ МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ,
- ✓ КОЛИЧЕСТВО ТОВАРОВ,
- ✓ ДРУГИЕ ОБЪЕКТЫ, ПРЕДУСМОТРЕННЫЕ ПРАВИЛАМИ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ МЕТРОЛОГИИ.

Государственный метрологический контроль и надзор (ГМКиН) распространяется на строго ограниченные сферы, объединенные в 10 направлений:

- 1) здравоохранение, ветеринария, охрана окружающей среды, обеспечение безопасности;
- 2) торговые операции и взаимные расчеты между покупателем и продавцом, в том числе операции с применением игровых автоматов и устройств;
- 3) государственные учетные операции;
- 4) обеспечение обороны государства;
- 5) геодезические и гидрометеорологические работы;
- 6) банковские, налоговые, таможенные и почтовые операции;
- 7) продукция, поставляемая по государственным контрактам;
- 8) испытания и контроль качества продукции на соответствие обязательным требованиям государственных стандартов Российской Федерации и при обязательной сертификации продукции;
- 9) измерения, проводимые по поручению органов суда, прокуратуры, арбитража, других органов государственного управления;
- 10) регистрация национальных и международных спортивных рекордов.

Метрологическое обеспечение

установление и применение научных и организационных основ, технических средств, метрологических правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений. Базируется на четырех основах:

Научная – наука об измерениях.

Техническая – обеспечивает единообразие средств измерения, когда они проградуированы в узаконенных единицах и их метрологические свойства соответствуют нормам.

Организационная – метрологические службы, состоящие из государственных и ведомственных метрологических служб.

Нормы и правила – регламентируются в стандартах государственной системы обеспечения единства измерений.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

состоит из следующих подсистем:

Правовой

комплекс взаимосвязанных законодательных и подзаконных актов, объединенных общей целевой направленностью и устанавливающих согласованные требования к взаимосвязанным объектам деятельности по ОЕИ

Нормативная база ОЕИ

Конституция РФ (ст. 71)

ФЗ "Об обеспечении единства измерений"

Постановления Правительства РФ по отдельным вопросам метрологической деятельности

Нормативные документы:

- национальные стандарты (ГОСТ, ГОСТ Р) системы ГСИ
- правила России (ПР) системы ГСИ

Рекомендации (гриф "МИ") системы ГСИ, государственных метрологических научных центров

Технической

представлена совокупностью:

- межгосударственных, государственных эталонов, эталонов единиц величин и шкал измерений;
- стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов;
- стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов;
- средств измерений и испытательного оборудования, необходимых для осуществления метрологического контроля и надзора;
- специальных зданий и сооружений для проведения высокоточных измерений в метрологических целях;
- научно-исследовательских, эталонных, испытательных, калибровочных и измерительных лабораторий.

Организационной

представлена Метрологическими службами.

Метрологическая служба России

Государственная Метрологическая служба (ГМС)

метрологические службы органов Государственного управления и юридических лиц (МС)

Вопросы для рубежного контроля

1. Что такое метрология? Каковы ее основные задачи?
2. Какова суть метрологического обеспечения испытаний?
3. Каковы цели и содержание закона «Об обеспечении единства измерений»?
4. В чем заключается государственное регулирование обеспечения единства измерений?
5. В чем заключается сходство и различие терминов «измерение» и «испытание»?
6. Какие существуют системы единиц?
7. Что такое обеспечение единства измерений и какова его суть?
8. Охарактеризуйте основные системы единиц.
9. Каковы преимущества международной системы СИ?
10. Какие виды и методы измерений Вы знаете?
11. Какие виды погрешностей Вы знаете?
12. Каковы причины возникновения погрешностей?
13. Как можно классифицировать средства измерений?
14. В чем заключается суть нормирования метрологических характеристик средств измерений?
15. Что такое поверка и калибровка средств измерений? В чем заключается их сходство и различие?
16. Как и кем проводится контроль за соблюдением метрологических требований?
17. Какие методы поверки средств измерений Вы знаете?
18. Каковы цели создания поверочных схем?
19. В чем заключается сходство и различие терминов «эталон» и «рабочее средство измерений»?