

**Средства измерений,
основные понятия и
классификация.
Метрологические
характеристики средств
измерений**

- *Средство измерений (СИ)* – техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

- Основными классификационными признаками средств измерений являются тип, вид и метрологическое назначение.
- **Тип** – это совокупность средств измерений, имеющих одинаковую принципиальную схему, конструкцию и изготавливаемых по одним и тем же техническим условиям.
- **Вид** - это совокупность типов средств измерений, предназначенных для измерений какой-либо одной физической величины.

- *По принципу действия и конструктивным особенностям (по типам) все средства измерений подразделяют на меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные системы и измерительные установки.*

- *Мера* - средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью.

- Мерами являются, например, гири, линейки с делениями, измерительная колба, генератор стандартных сигналов и др.
- Меры подразделяются на однозначные, многозначные, наборы мер, магазины мер.

- *Однозначная мера* - это мера, воспроизводящая физическую величину одного размера, например, гиря 1 кг, конденсатор постоянной емкости.
- *Многозначная мера* - это мера, воспроизводящая физическую величину разных размеров, например, конденсатор переменной емкости.

- *Набор мер* – это комплект мер разного размера одной и той же физической величины (например, набор гирь), необходимый для применения на практике как в отдельности, так и в различных сочетаниях. Если наборы мер объединены в одно конструктивное целое с приспособлением для соединения их в различных комбинациях, то в этих случаях говорят о *магазинах мер* (например, магазины сопротивлений).

- *Измерительный преобразователь* - средство измерений, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи.

- Измерительные преобразователи не имеют устройств отображения измерительной информации, они или входят в состав измерительных приборов (установок), или применяются совместно с ними (например, делители напряжения, усилители, чувствительные элементы измерительных приборов, датчики).

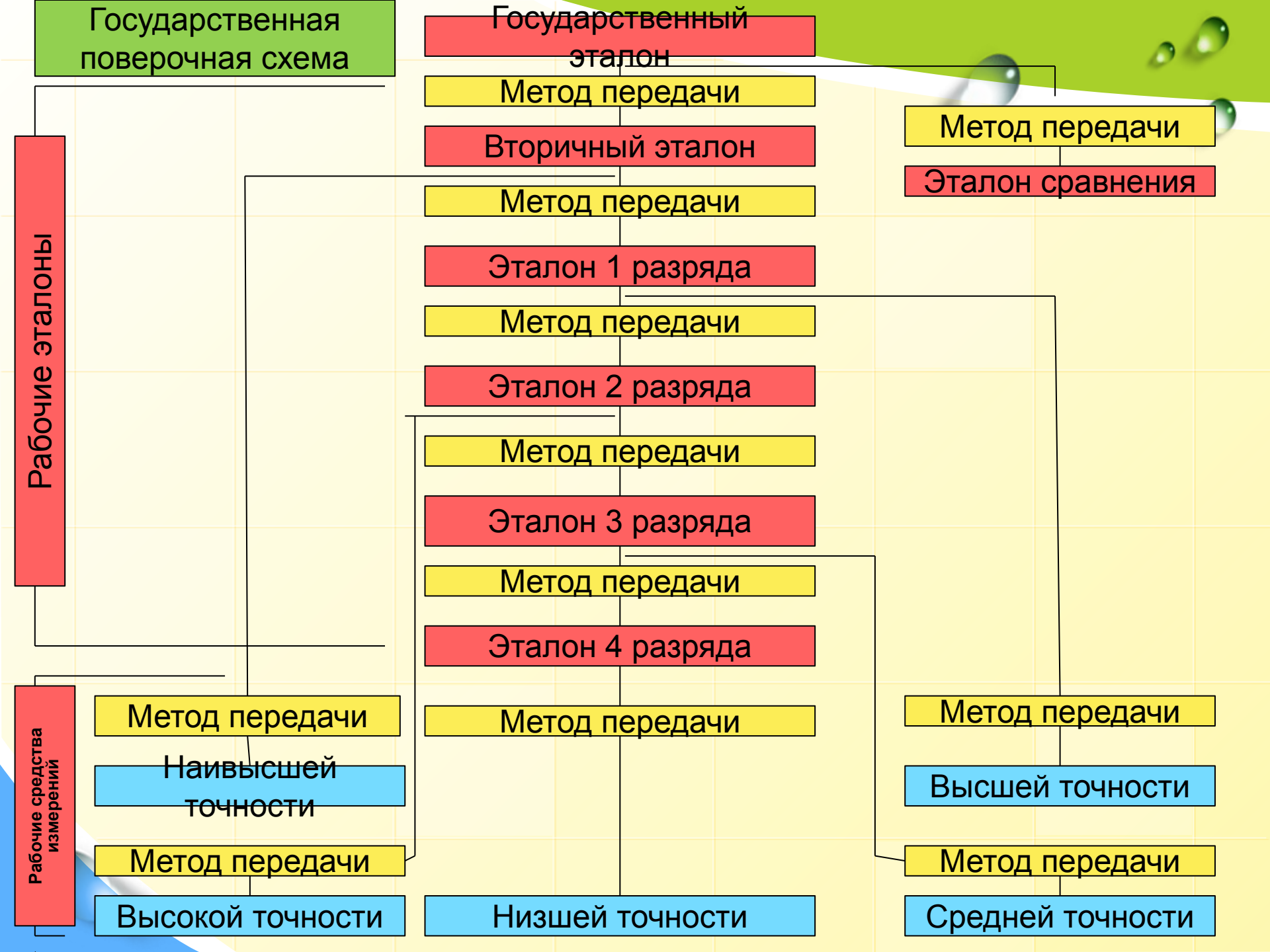
- Измерительные преобразователи самостоятельного применения не имеют, они являются составной частью измерительных устройств, т.е. применяются совместно с другими СИ. Преобразуемая величина называется входной, а результат преобразования – выходной величиной. Соотношение между ними задаётся *функцией преобразования*.

- *Измерительный прибор* - средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне. Другими словами - для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем, например, в виде цифрового отсчета на отсчетном устройстве.

- Измерительные приборы очень разнообразны и отличаются конструкцией, принципом действия и др. Общим для всех измерительных приборов является наличие отсчётных устройств. В зависимости от того, допускают ли измерительные приборы только считывание показаний или допускают считывание и регистрацию или только регистрацию показаний, они относятся либо к показывающим, либо к регистрирующим измерительным приборам.

- *Измерительная система* – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого объекта и т.п. с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту и выработки измерительных сигналов в разных целях.

- ***По метрологическому назначению*** («метрологической соподчинённости») СИ подразделяются на рабочие и эталоны (государственные и рабочие), см. рис.1.



Государственная поверочная схема

Государственный эталон

Метод передачи

Вторичный эталон

Метод передачи

Эталон 1 разряда

Метод передачи

Эталон 2 разряда

Метод передачи

Эталон 3 разряда

Метод передачи

Эталон 4 разряда

Метод передачи

Наивысшей точности

Метод передачи

Высокой точности

Метод передачи

Низшей точности

Метод передачи

Эталон сравнения

Метод передачи

Высшей точности

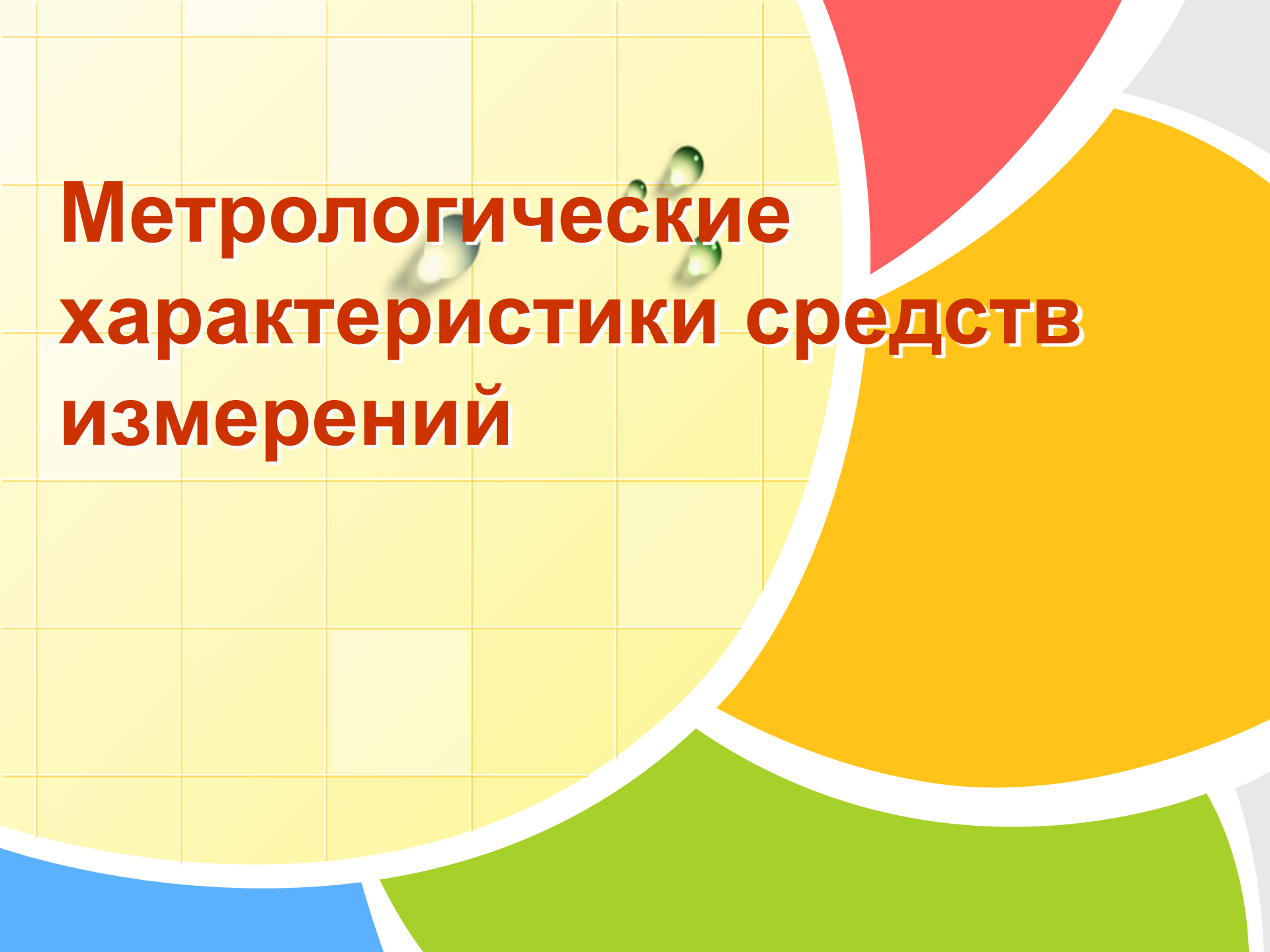
Метод передачи

Средней точности

Рабочие эталоны

Рабочие средства измерений

- Свойства СИ оцениваются характеристиками, среди которых выделяют комплекс метрологических характеристик, т. е. характеристик, которые необходимы при оценке точности результатов измерений.



Метрологические характеристики средств измерений

- *Метрологическая характеристика СИ*
– характеристика одного из свойств измерений, влияющая на результат измерений и на его погрешность.

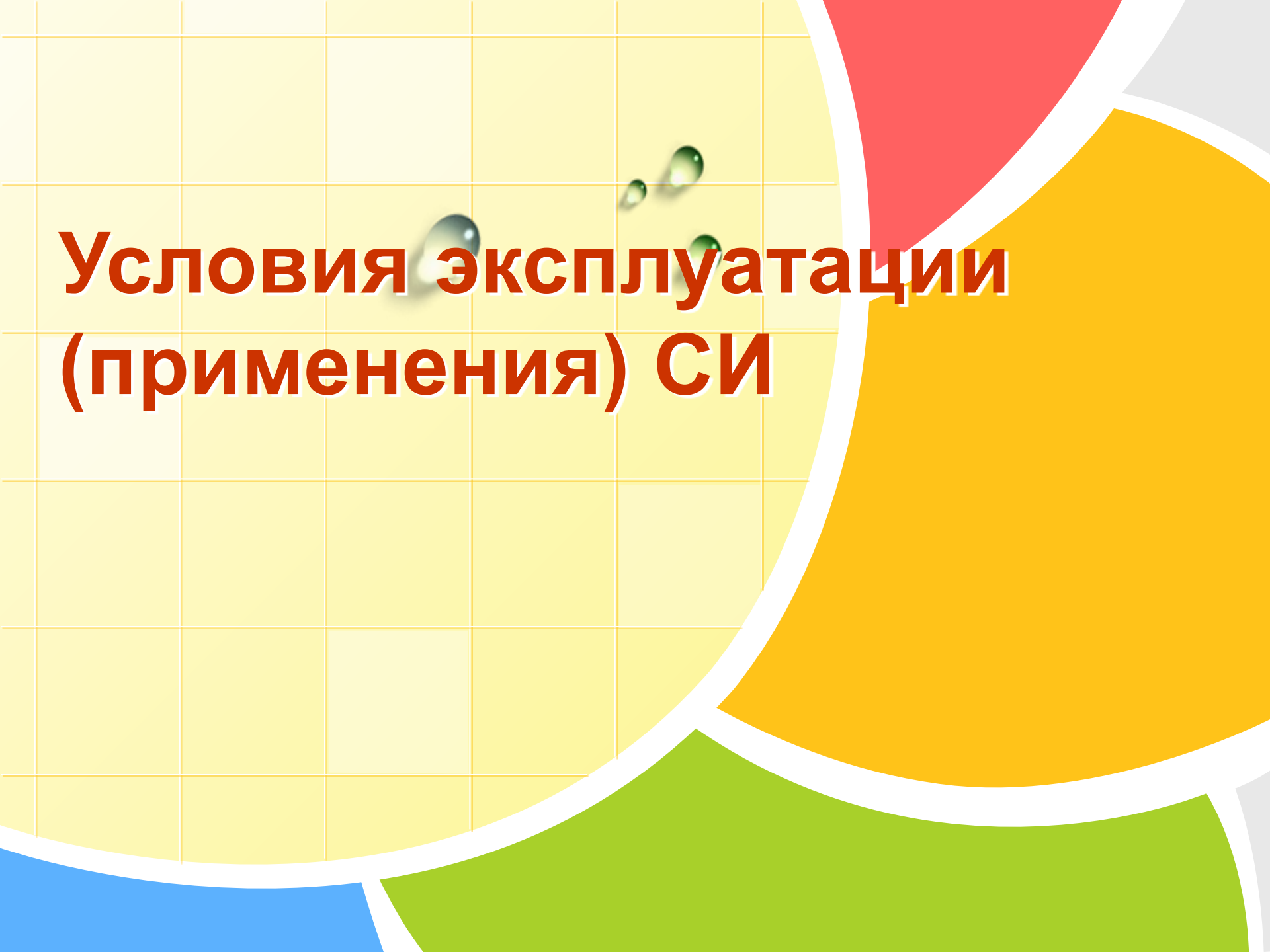
- *Нормируемые метрологические характеристики СИ* - совокупность метрологических характеристик данного типа СИ, устанавливаемая нормативными документами на СИ.

- Способы нормирования, оценивания и использования метрологических характеристик СИ изложены в ГОСТ 8.009-84 «ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений». Стандарт определяет следующие группы характеристик:

- - характеристики, предназначенные для определения результатов измерений;
- - характеристики погрешностей средств измерений;
- - характеристики чувствительности средств измерений к влияющим величинам;
- - динамические характеристики средств измерений;
- - характеристики СИ, отражающие их способность влиять на инструментальную составляющую погрешности измерений вследствие взаимодействия СИ с любым из подключенных к их входу или выходу компонентов;
- - неинформативные параметры выходного сигнала средства измерений.

- Часто обобщенной метрологической характеристикой СИ является *класс точности*, определяемый пределами допускаемых погрешностей и другими свойствами СИ, влияющими на точность результатов измерений, значения которых устанавливаются в стандартах или в другой технической документации, утвержденной в установленном порядке.

- Класс точности обычно выражается числом и выбирается из ряда значений, установленных в ГОСТ 8.401-80 «ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования»:
 - $1 \cdot 10^n$, $1,5 \cdot 10^n$, $(1,6 \cdot 10^n)$, $2 \cdot 10^n$, $2,5 \cdot 10^n$, $2,5 \cdot 10^n$, $(3 \cdot 10^n)$, $4 \cdot 10^n$, $5 \cdot 10^n$, $6 \cdot 10^n$, где $n = 1, 0, -1, -2$ и т. д. Значения, указанные в скобках, не устанавливаются для вновь разрабатываемых средств измерений. Например, электроизмерительные приборы имеют следующие классы точности: 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.



Условия эксплуатации (применения) СИ

- К этому признаку относятся температура, влажность, атмосферное давление, рабочее напряжение сети, диапазон частот и т. д. Условия применения средств измерений задаются указанием значений величин внешних факторов, влияющих на работу данного средства. Для каждого средства измерения определяют обычно четыре области условий применения:

- - *нормальные условия* - самые удобные для измерения. Нормальные условия устанавливаются ГОСТ 8.395-80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования» и составляют: температура $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ или $(293 \pm 5) \text{ K}$, влажность $(65 \pm 15) \%$, давление $(100 \pm 4) \text{ кПа}$ или $(750 \pm 30) \text{ мм рт. ст.}$;

- - *рабочие условия* - при которых средство является пригодным для измерений;
- - *предельные условия* - при которых средство не обязательно пригодно к измерению, но их кратковременное действие не выводит его из строя;

- - *условия хранения* - условия, которые обеспечивают сохранность средства измерения в течение длительного времени. Независимо от рабочих условий они должны быть всегда более жесткими, чем предельные.

- Погрешность средства измерений, соответствующая нормальным условиям применения средств измерений называется *основной погрешностью*. Наибольшая основная погрешность средств измерений, при которой средство измерений по техническим требованиям может быть признано годным и допущено к применению, называется *пределом допускаемой основной погрешности*.

- *Дополнительной погрешностью* называется составляющая погрешности средства измерений, возникающая вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин (внешней температуры, влажности и т. п.) от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы, установленные для нормальных условий. При этом наибольшая дополнительная погрешность, вызываемая изменением влияющей величины в пределах «рабочей» области, при которой средство измерений по техническим требованиям может быть допущено к применению, называется *пределом допускаемой дополнительной погрешности*.