

# Средства измерений

Модуль 3

# Средство измерений

– 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.



# Основные нормативные документы

- [Федеральный закон 102-ФЗ Об обеспечении единства измерений](#) от 26 июня 2008 г.
- [Федеральный закон 184-ФЗ О техническом регулировании](#) от 30 июня 2003 г.
- [ГОСТ Р 8.674-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Общие требования к средствам измерений и техническим системам и устройствам с измерительными функциями](#)
- [ГОСТ 8.009-84 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений](#)
- [ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин](#)
- [ГОСТ 8.401-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Классы точности средств измерений. Общие требования](#)
- [ГОСТ Р 1.0-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения](#)
- [ГОСТ Р 8.654-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к программному обеспечению средств измерений. Основные положения](#)
- [РМГ 29-99 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения](#)

# Виды средств измерений

В зависимости от функционального назначения и конструктивного исполнения различают :

- меры
- измерительные преобразователи
- измерительные приборы
- измерительные системы
- измерительно-вычислительные комплексы

# Мера

- простейшее средство измерений. Главная отличительная особенность меры – отсутствие каких-либо преобразований измерительной информации самим средством измерений.

Меры предназначенные для воспроизведения физической величины заданного размера, называют однозначными, а воспроизводящие физические величины ряда размеров – многозначными.



В качестве примеров однозначных мер можно назвать гирю (мера массы), угольник (мера прямого угла), плоскопараллельную концевую меру длины.

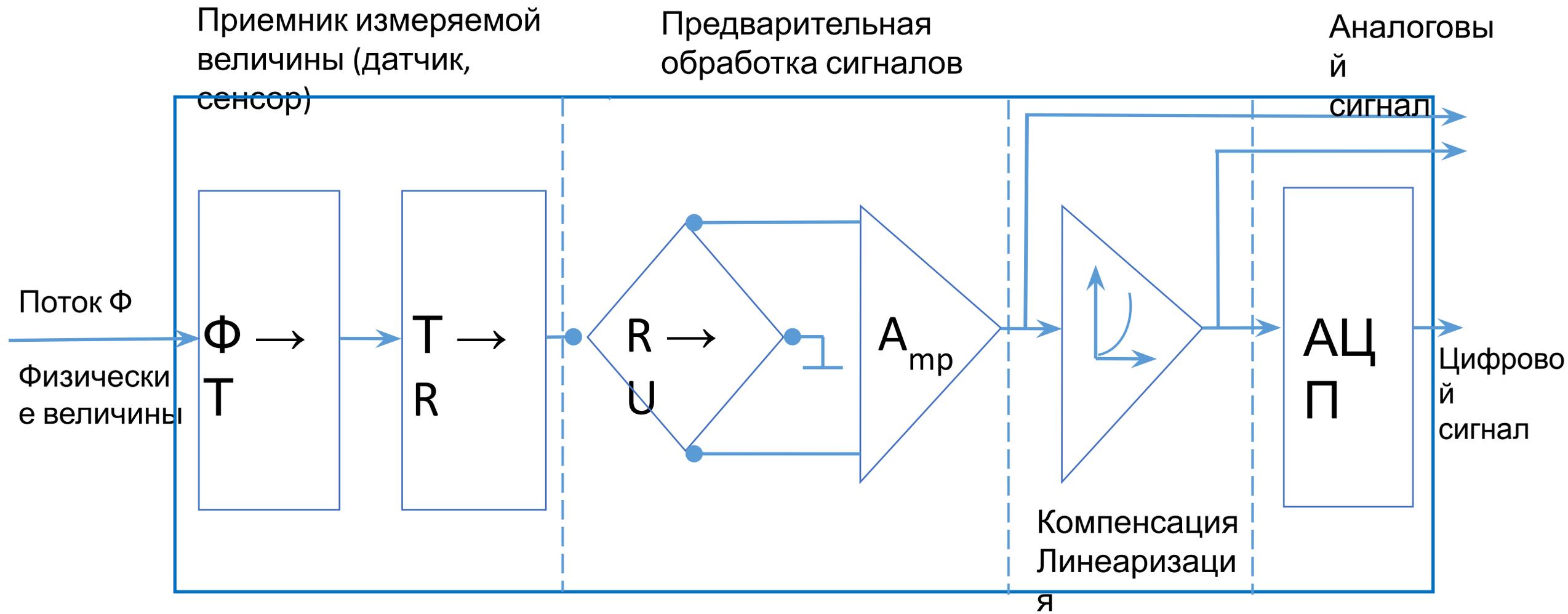
К многозначным мерам следует отнести измерительную линейку, транспортир, измерительный сосуд, а также ступенчатый шаблон, угловую концевую меру с несколькими рабочими углами.

Измерительный преобразователь – средство измерений, которое производит информационный измерительный сигнал в форме, удобной для хранения, просмотра и трансляции по каналам связи, но недоступной для непосредственного восприятия.



Датчик (сенсор) - первичный измерительный преобразователь (первичный преобразователь) – измерительный преобразователь, на который непосредственно воздействует измеряемая физическая величина, т. е. первый преобразователь в измерительной цепи измерительного прибора (установки, системы).





$\Phi \rightarrow T$  – первичный процесс

$T \rightarrow R$  – вторичный процесс

$R \rightarrow U$  – измерительный мост, согласование сигналов

$A_{mp}$  – усилитель

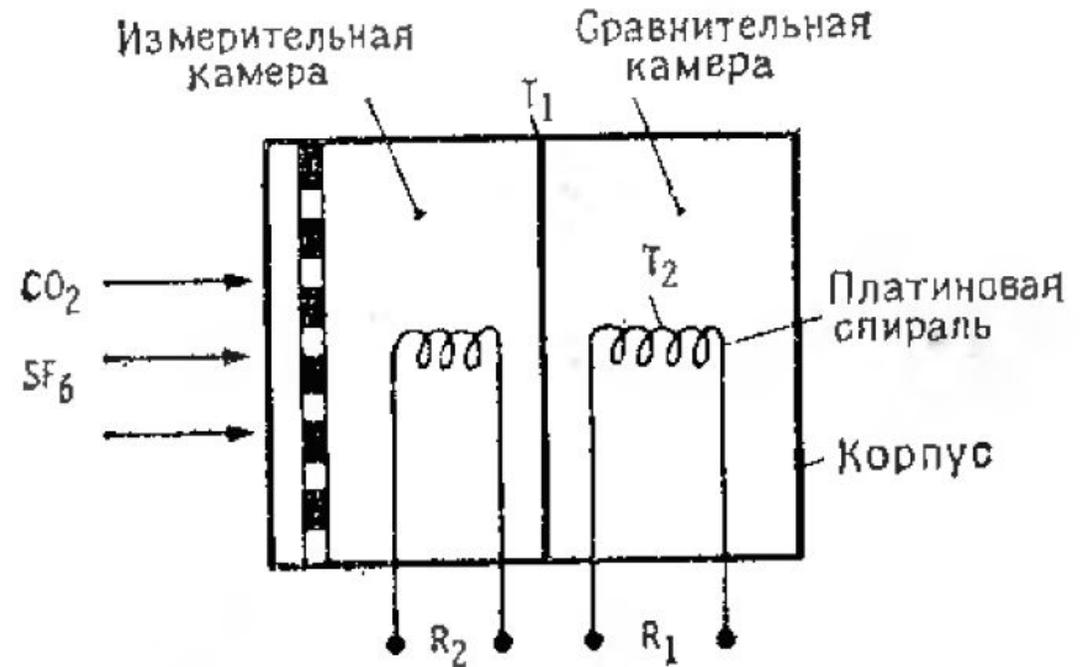
# Термокондуктометрическая измерительная ячейка

Исследуемая проба газа диффундирует в измерительную камеру, в которой имеется платиновая или никелевая проволочная спираль, нагретая до температуры примерно на  $40^{\circ}\text{C}$  выше окружающей. Если состав газовой пробы изменится, то изменится также теплоотвод от нагретой спирали к стенкам ячейки.

В случае диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ) при этом происходит повышение температуры спирали, так как теплопроводность  $\text{CO}_2$  незначительна. В случае натекания в ячейку водорода ( $\text{H}_2$ ) спираль охладится вследствие его высокой теплопроводности.

Изменение сопротивления измерительной спирали относительно эталонной контролируется мостовой схемой с высокой точностью, например, водород контролируется с точностью до  $\pm 0,1\%$ , а диоксиды углерода и серы – до  $\pm 1\%$ .

Достоинствами термокондуктометрических датчиков являются универсальность, широкий диапазон измеряемых концентраций газов, отсутствие реакций газов с чувствительным элементом.



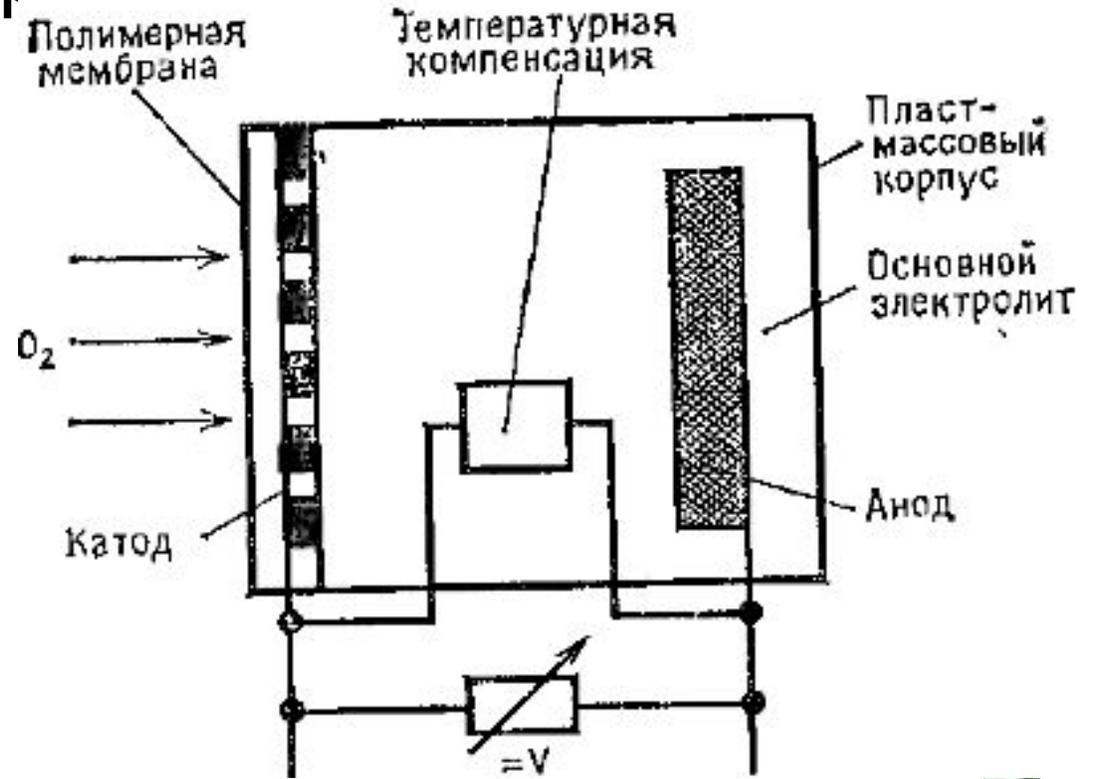
# Топливная (электрохимическая) измерительная ячейка для обнаружения кислорода

В такой ячейке обладающий большой поверхностью электропроводящий материал расположен между электролитом и атмосферным воздухом.

В присутствии кислорода происходит окисление активной поверхности этого материала с выделением тепла, в результате чего возникает ощутимый электрический сигнал, который может быть измерен.

В результате химической реакции с кислородом в измерительной ячейке между катодом и анодом возникает измерительное напряжение, возрастающее пропорционально содержанию кислорода в окружающей атмосфере. Реакция протекает очень быстро, поэтому сразу же определяется содержание кислорода в данный текущий момент.

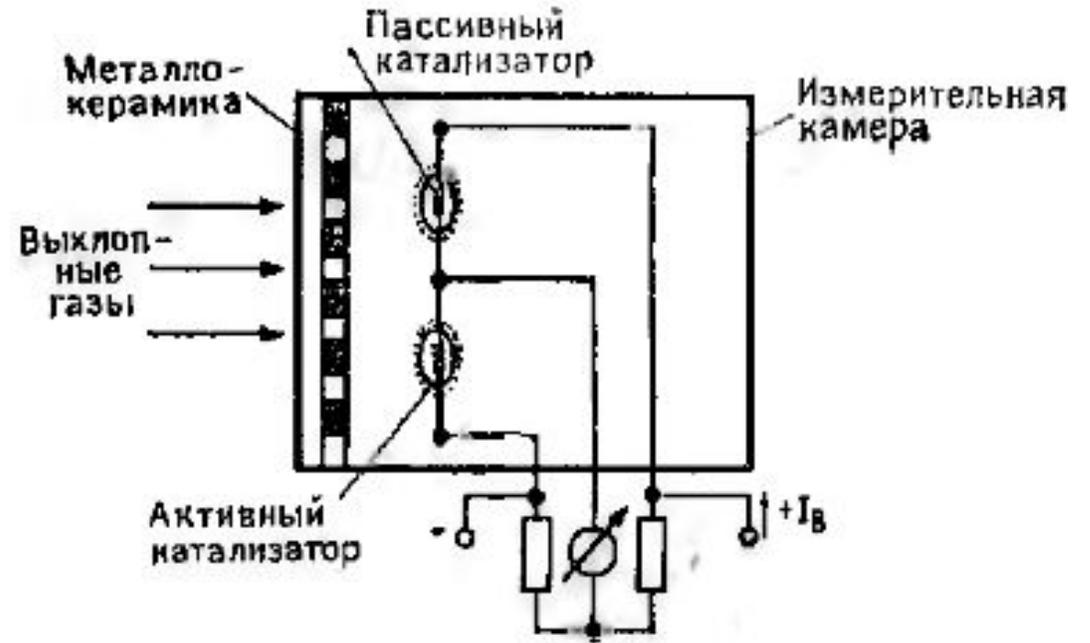
Температурная компенсация, осуществляемая внутри измерительной ячейки, стабилизирует выходной сигнал по отношению к температуре.



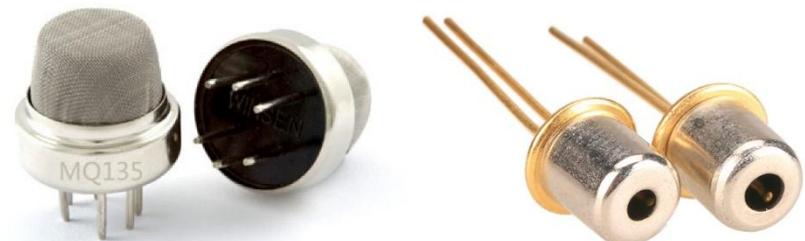
# Термохимическая (каталитическая) измерительная ячейка

Термохимическая ячейка обеспечивает часто необходимую потребность в измерении содержания горючих газов — особенно монооксида углерода (СО) — в окружающем воздухе или в автомобильных выхлопных газах.

Термохимическая ячейка имеет две измерительные платиновые спирали, включенные в измерительный мост, содержащий еще два постоянных сопротивления. Если одну из спиралей покрыть слоем активного катализатора, а вторую — слоем пассивного катализатора, то находящийся в атмосфере монооксид углерода (СО) будет реагировать с кислородом воздуха на активном катализаторе, образуя диоксид углерода (СО<sub>2</sub>). Выделяющаяся в результате этой реакции тепловая энергия вызывает повышение сопротивления активной спирали, а в итоге — заметный разбаланс моста.



Кроме СО, с помощью этой ячейки могут быть обнаружены все горючие газы, соответствующим подбором катализатора и температуры проволоки можно достигнуть определенной избирательности.



# Полупроводниковые датчики

В самых простых и дешевых газовых датчиках используется изменение электрического сопротивления некоторых полупроводниковых материалов, возникающее вследствие адсорбции газа.

Полупроводниковый датчик состоит из керамической основы, способной выдерживать нагрев до 100...500°C.

На этой керамической основе находятся два электрода, между которыми наносится полупроводящий оксид металла. Если газ проходит над этим активированным слоем оксида металла, то проводимость последнего изменяется. С помощью мостовой схемы это изменение проводимости преобразуется в изменение напряжения.



Измерительный прибор - средство измерений, вырабатывающее информационный сигнал в такой форме, которая была бы понятна для непосредственного восприятия наблюдателем.



Измерительная система - совокупность средств измерений, которые соединяются друг с другом посредством каналов передачи информации для выполнения одной или нескольких функций.



Измерительно-вычислительные комплексы - функционально объединенная совокупность средств измерений, компьютеров и вспомогательных устройств, предназначенная для выполнения конкретной измерительной задачи.



**Метрологические характеристики средств измерений** — это такие характеристики, которые предназначены для оценки технического уровня и качества средства измерения, для определения результатов измерения и расчетной оценки характеристик инструментальной составляющей погрешности измерения.

- **Погрешность средств измерений** – основная метрологическая характеристика средства измерения, представляющая собой разность между показаниями средства измерения и истинными (действительными) значениями физической величины.
- **Точность средства измерений** - характеристика качества средства измерений, отражающая близость его погрешности к нулю. Считается, что чем меньше погрешность, тем точнее средство измерений.
- **Диапазон измерений** – область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые пределы погрешности средств измерений (для преобразователей – диапазон преобразования).
- **Диапазон показаний** — область значений шкалы, ограниченная начальным и конечным значениями шкалы
- **Предел измерения** – наибольшее или наименьшее значение диапазона измерения. Для мер – это номинальное значение воспроизводимой величины.
- **Цена деления шкалы** – разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.
- **Чувствительность средства измерений (методики)** — свойство средства измерений, определяемое отношением изменения выходного сигнала этого средства к вызывающему его изменению измеряемой величины (способность объекта реагировать определённым образом на определённое малое воздействие, а также количественная характеристика этой способности).
- **Селективность (избирательностью) средства измерений (методики)** — возможность определения нужного вещества в присутствии посторонних компонентов.