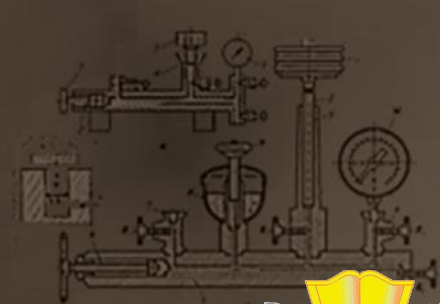




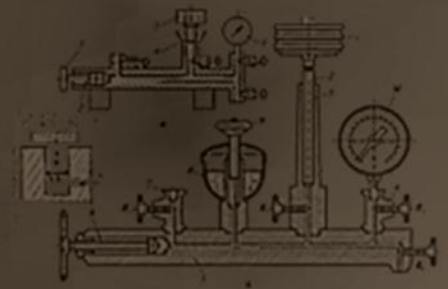
Санкт – Петербургский государственный  
университет аэрокосмического  
приборостроения



ВОЕННЫЙ УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР

# Тема №4. Метрологический надзор и контроль в Вооруженных силах Российской Федерации

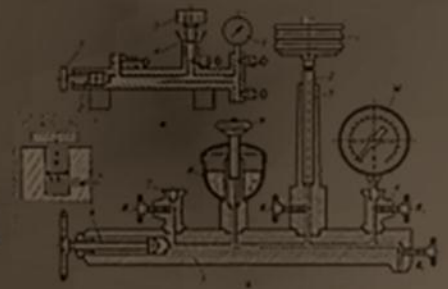
## Лекция №18. Поверка средств измерений



## **Вопросы:**

---

- 1. Назначение и виды поверок средств измерений.**
- 2. Содержание и этапы поверки средств измерений.**
- 3. Характеристика методов поверки средств измерений.**
- 4. Общие требования и организация поверочных работ.**
- 5. Правила оформления результата поверки.**



## Вопрос № 1.

**Назначение и виды поверок средств измерений**

$$P = F / S$$



Поверкой СИ называют установление органом ГМС (или другим официально уполномоченным органом, организацией) пригодности СИ к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям.

Поверке подвергаются СИ, подлежащие ГМКиН. Согласно ст. 13 Закона об ОЕИ, ГМКиН, имеющие целью проверку соблюдения метрологических правил и норм, распространяется на ряд видов деятельности в стране, в том числе, на обеспечение обороны государства.

# 1. Назначение и виды поверок средств измерений

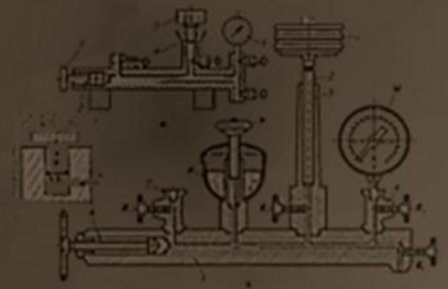


В зависимости от того, на каком этапе работы средств измерений производится поверка различают:

- первичную поверку
- периодическую поверку
- внеочередную поверку.

По характеру поверки ее делят на:

- инспекционную
- и экспертную.



Организацию и проведение поверки СИ регламентируют Правила по метрологии: ПР 50.2.006-94 “Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения”.

Правила разработаны с учетом документа Международной организации законодательной метрологии № 20 “Первичная и последующая поверка СИ и измерительных процессов”.

**Первичной поверке подлежат СИ при выпуске из производства и ремонта, а также ввозе по импорту.**

**Периодической поверке подвергаются СИ, находящиеся в эксплуатации или на хранении.**

**Если СИ имеет широкий диапазон, но используется не полностью, то по решению метролога или руководителя допускается определять пригодность для измерения применяемых диапазонов измерений.**

**Периодическая поверка может производиться на территории пользователя, органа ГМС или юр. лица, аккредитованного на право поверки.**

**Место поверки выбирает пользователь СИ, исходя из экономических факторов и возможности транспортировки поверяемых средств измерения и эталонов.**



**При осуществлении поверки органами ГМС на местах их эксплуатации юридические и физические лица *должны*:**



**а) обеспечивать доставку эталонов и вспомогательных средств, принадлежащих органу ГМС к месту поверки и обратно;**

**б) обеспечить хранение эталонов органа государственной службы под их пломбой;**

**в) предоставлять передвижной поверочной лаборатории место стоянки и обеспечивать ее подключение к сетям электро-, газо- и водоснабжения, канализации, а также обеспечивать ее сохранность.**



## **Внеочередная поверка производится при:**

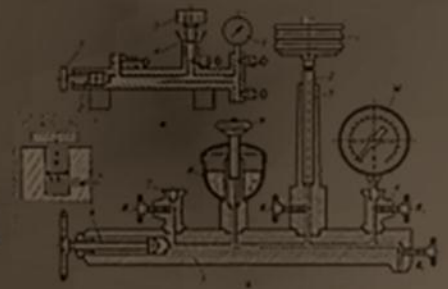
- **повреждении клейма или утрате свидетельства о поверке;**
- **вводе в эксплуатацию после длительного (более межповерочного интервала) сроке хранения;**
- **проведении повторной юстировки, ударном воздействии на средство измерения или его неудовлетворительной работе;**
- **отправке потребителю по истечении более половины межповерочного интервала.**



**Инспекционная поверка используется для выявления пригодности средства измерения к применению при осуществлении государственного метрологического надзора.**



**Экспертная поверка — поверка, проводимая при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам, исправности средств измерений и пригодности их к применению.**



## Вопрос № 2.

**Содержание и этапы поверки средств измерений**

$$P = F / S$$



**Способы оценки годности поверяемого прибора**  
Годность поверяемого СИ устанавливают, сравнивая вычисленное значение погрешности с допускаемыми пределами. Поверяемый прибор годен, если вычисленное по результатам поверки значение его погрешности не превышает допускаемых пределов.

**Существует несколько способов оценки годности поверяемого СИ:**

- по абсолютной основной погрешности  $\Delta$ ;
- по приведенной основной погрешности  $\gamma$ ;
- по погрешности в делениях шкалы поверяемого СИ.

# Способ оценки годности по абсолютной основной погрешности



1. На основании результатов измерений вычисляется абсолютная погрешность:

$$\Delta_{\text{п}} = X_{\text{п}} - X_{\text{э}},$$

где  $X_{\text{п}}, X_{\text{э}}$  – показания поверяемого СИ и эталона.

2. Рассчитываются пределы допускаемой абсолютной основной погрешности:

$$\Delta_{\text{доп}} = \pm \frac{(KT * X_N)}{100},$$

$X_N$  где  $KT$  – класс точности поверяемого СИ;  
– нормирующее значение поверяемого СИ.

3. Оценка годности поверяемого СИ по условию:

$$\Delta_{\text{п}} \leq \Delta_{\text{доп}}$$

## Способ оценки годности по приведенной основной погрешности

1. На основании результатов измерений вычисляется приведенная основная погрешность поверяемого СИ:

$$\gamma_{\Pi} = \pm \left[ \frac{(X_{\Pi} - X_{\Theta})}{X_N} \right] * 100\%$$

2. Определяются пределы допускаемой приведенной основной погрешности, численно равные классу точности (КТ) поверяемого прибора:

$$\gamma_{\text{доп}} = \pm KТ$$

3. Оценивается годность поверяемого СИ по условию:

$$\gamma_{\Pi} \leq \gamma_{\text{доп}}$$

## Способ оценки годности по погрешности в делениях шкалы поверяемого СИ



Способ широко используется при поверке СИ класса точности 1.0 и менее. Он существенно упрощает процесс поверки.

При этом способе все расчеты ведутся в делениях шкалы поверяемого прибора. Для этого:

1) Перед поверкой выражают предел допускаемой основной погрешности поверяемого прибора в делениях шкалы эталонного СИ по формуле:

$$X_{N(ДШ)} \quad \Delta_{\text{ДОП}(ДШ)} = \pm \frac{(KT * X_{N(ДШ)})}{100}$$

где  $X_{N(ДШ)}$  — число делений шкалы эталонного прибора, соответствующее нормирующему значению шкалы поверяемого прибора.



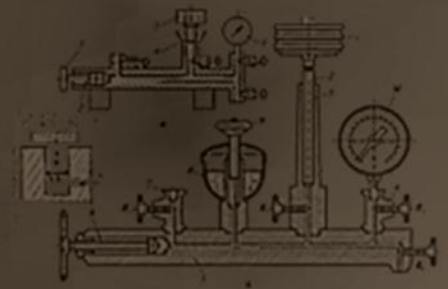
2) Указатель поверяемого СИ устанавливают на числовую отметку шкалы и определяют отклонение указателя эталонного СИ от соответствующей отметки

3) Оценивают годность поверяемого СИ по условию

$$\Delta_{п(дш)} \leq \Delta_{доп(дш)}$$

Пример. Поверяемый вольтметр КТ 2,5 имеет предел измерений 50 В. Эталонный вольтметр класса точности 0,5 имеет предел измерений 60 В. Шкала эталонного СИ разбита на 150 делений.

Расчет предела допускаемой погрешности поверяемого СИ:

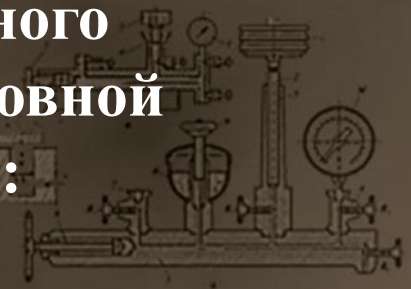


$$\Delta_{\text{доп(дш)}} = \pm \frac{(KT * X_{N(\text{дш})})}{100} = \pm (2,5 \cdot 125) / 100 = \pm 3,1 \text{ дел.}$$

Поскольку конечное значение поверяемого СИ меньше эталона на  $60 - 50 = 10 \text{ В}$ , то на всю шкалу поверяемого СИ будет приходиться  $150 - 150:6 = 125 \text{ дел.}$  Это значение и принимается в качестве  $X_{N(\text{дш})}$  для расчета.

Примечание: Годность поверяемого прибора можно оценить по допускаемой приведенной погрешности, выраженной в делениях шкалы эталонного прибора.

Для этого определяют цену деления эталонного прибора в долях допускаемой приведенной основной погрешности поверяемого прибора по формуле:



$$\alpha = \frac{(X_K * 100)}{(n * X_N)},$$

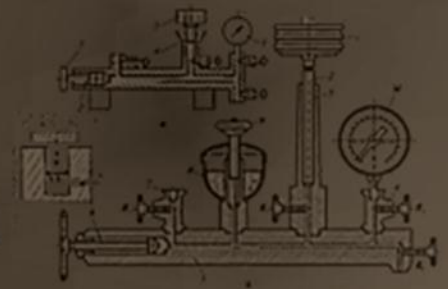
где  $n$  — количество делений шкалы эталонного прибора.

В этом случае при проверке указатель поверяемого СИ устанавливается на поверяемую отметку шкалы. По шкале эталонного СИ отсчитывается количество делений шкалы  $n'$ , на которое его указатель отклонился от требуемого значения.

Отсчитанное число делений  $n'$  умножается на величину  $\alpha$ , вычисленную по приведенной выше формуле. Полученное значение сравнивается с пределами допускаемой основной погрешности,, которое равно классу точности поверяемого прибора.

Поверяемый прибор годен, если

$$\gamma_{\text{п}} \leq \gamma_{\text{доп}}$$

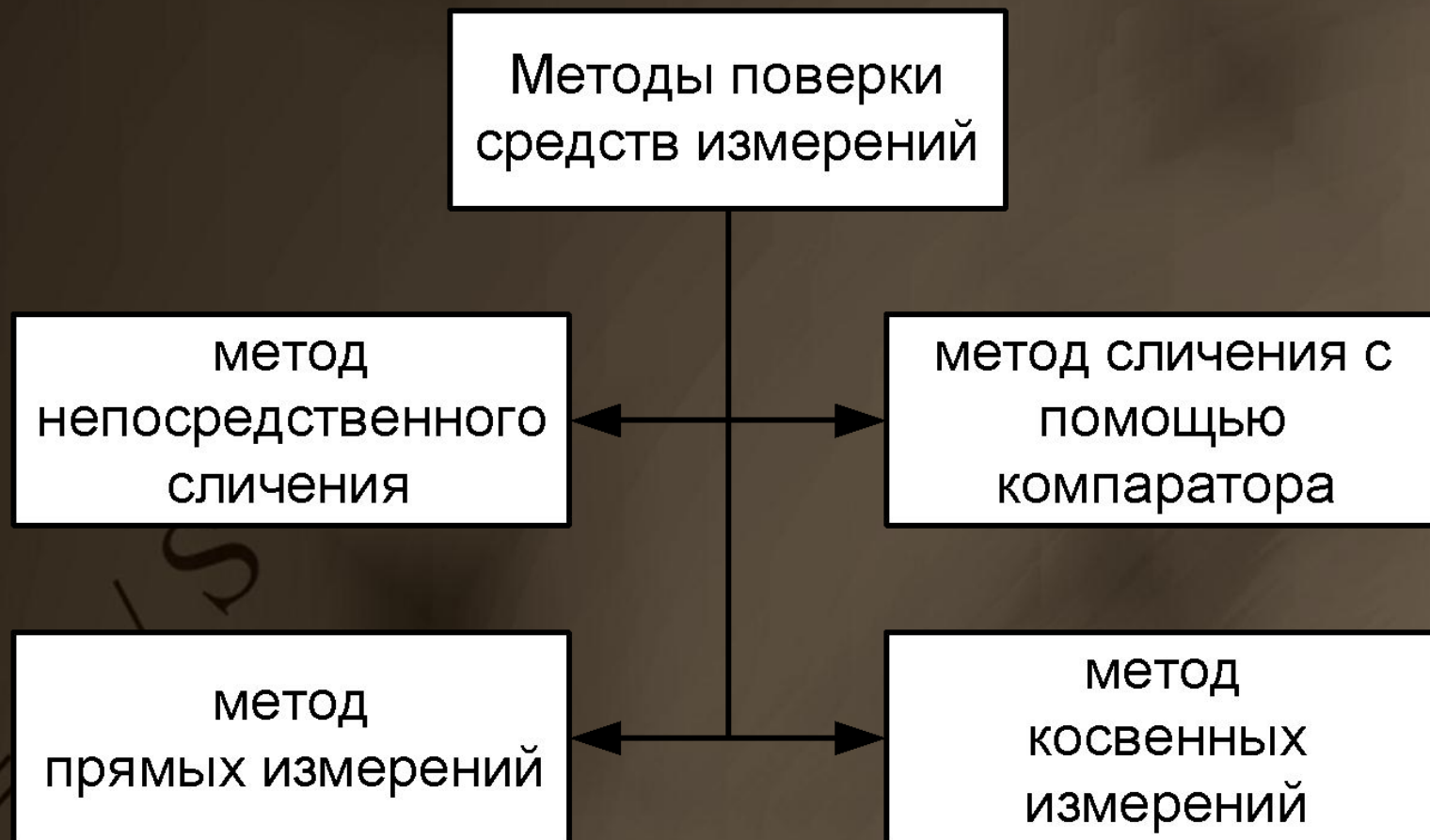


## Вопрос № 3.

**Характеристика методов поверки средств измерений**

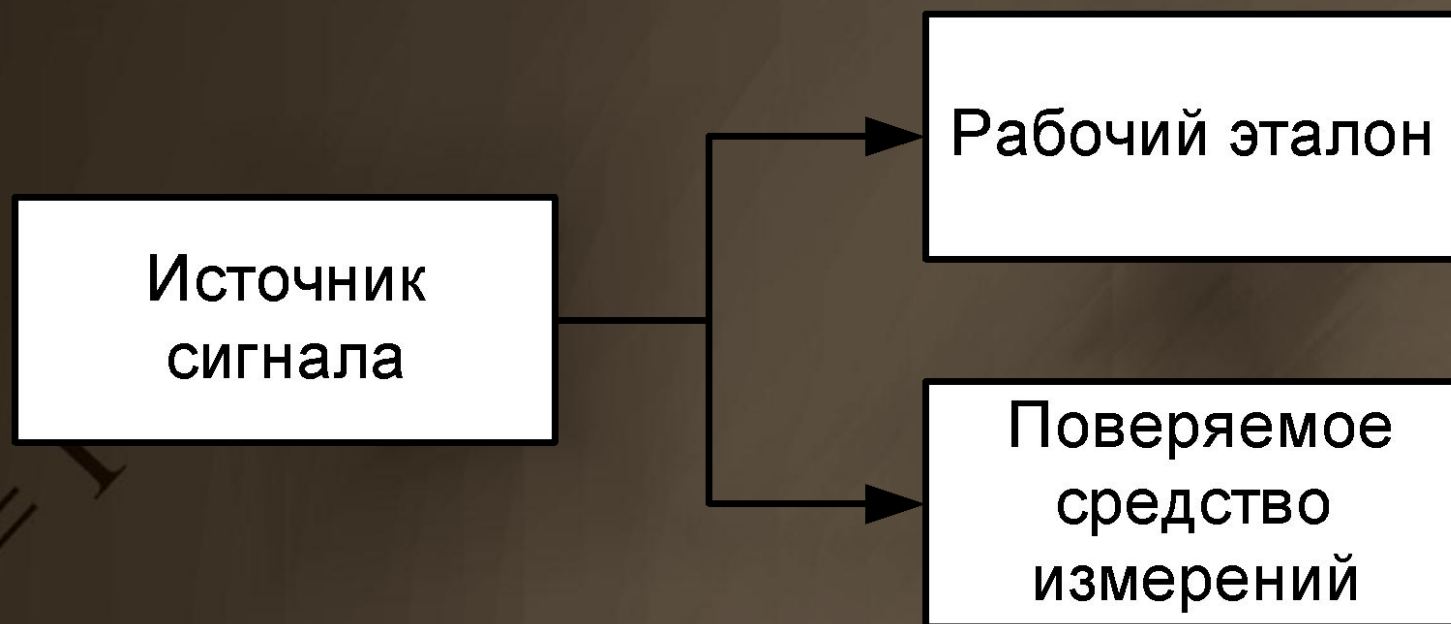
$$P = F / S$$

# ГОСТ 8.061-80 ГСИ. «Поверочные схемы. Содержание и построение» предусматривает следующие общие методы поверки средств измерений

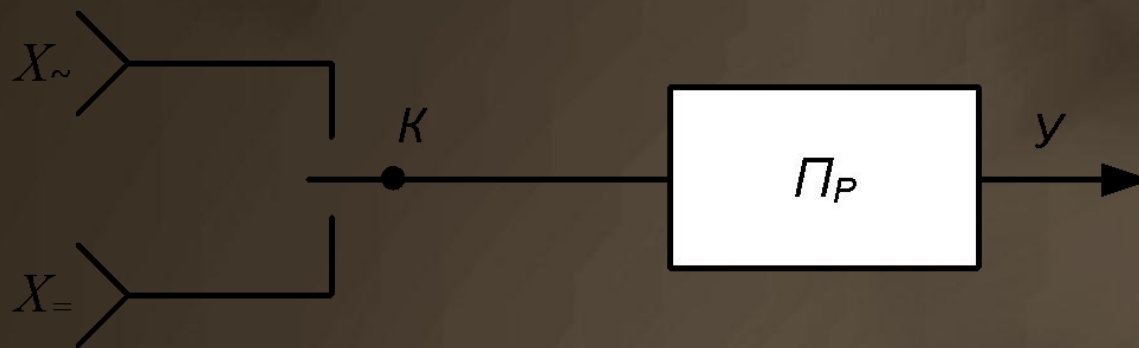
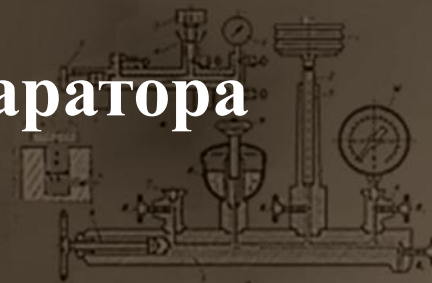


# Метод непосредственного сличения

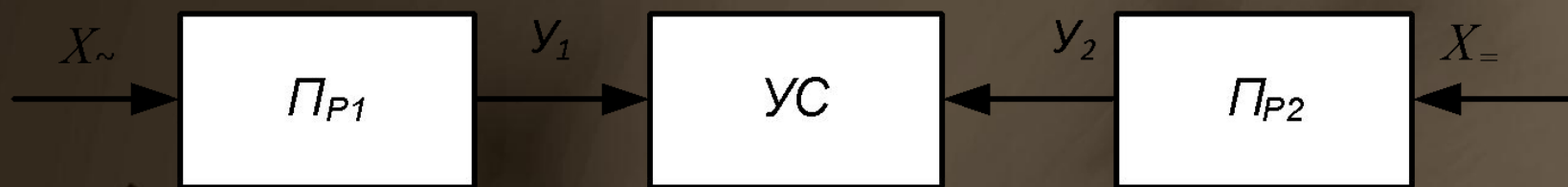
Метод поверки, при котором показания поверяемого прибора сличаются непосредственно с показаниями эталонного прибора без применения приборов сравнения, называется методом непосредственного сличения.



# Метод сличения при помощи компаратора



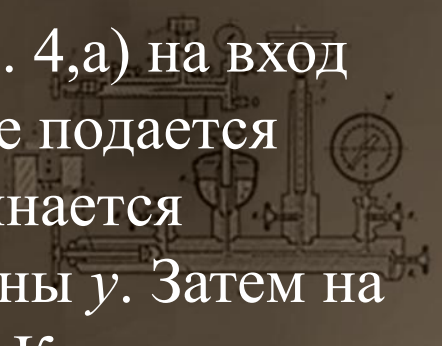
a)



б)

$P = F$





В компараторе разновременного сравнения (рис. 4,а) на вход компарирующего преобразователя  $Pr$  вначале подается измеряемый переменный ток  $X_{\sim}$  и запоминается соответствующее ему значение выходной величины  $y$ . Затем на вход преобразователя  $Pr$  через переключатель  $K$  подается постоянный ток  $X_{=}$ , значение которого регулируется до получения того же самого значения  $y$ . Постоянный ток измеряется с высокой точностью компенсатором-потенциометром постоянного тока. Погрешность измерения переменного тока будет складываться из погрешности измерения постоянного тока и погрешности компарирования, т. е. погрешности определения равенства:  $X_{\sim} = X_{=}$ .

В компараторе одновременного сравнения (рис. 4,б) имеется два преобразователя, один из которых  $Pr1$  преобразует измеряемый переменный ток в значение  $y1$ , а другой  $Pr2$  – постоянный ток в значение величины  $y2$ , однородной с  $y1$ .

Регулируя  $X_{=}$ , добиваются равенства  $y1 = y2$ , о чем сигнализирует устройство сравнения УС.

# Метод прямых измерений

Метод прямых измерений – это такой метод поверки, при котором измерительные приборы поверяются с помощью эталонных мер путем измерения величины, воспроизводимой мерой.

Метод применяется в случае, когда есть возможность с помощью многозначной эталонной меры, воспроизводящей в некотором диапазоне значения величины, в единицах которой проградуировано поверяемое средство измерения, произвести сличение и определить погрешность испытуемого средства измерений в пределах измерений.

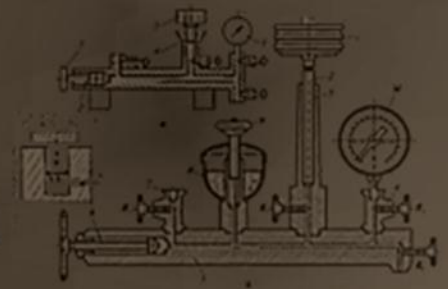


## Метод прямых измерений



Процесс поверки методом прямых измерений сводится к следующему:

- манипулируя органами управления многозначной меры (магазин, калибратор), устанавливают указатель поверяемого прибора на поверяемую отметку шкалы  $X_{п}$ ;
- отсчитывается действительное значение измеряемой величины  $X_{э}$  по многозначной мере;
- вычисляются погрешность и вариация поверяемого средства измерения;
- сравниваются вычисленные значения погрешности и вариации поверяемого средства измерений с допускаемыми пределами;
- устанавливается годность поверяемого средства измерения.



## Метод косвенных измерений

Метод, позволяющий находить действительный размер меры с помощью поверяемого средства измерения прямыми измерениями нескольких эталонных величин, связанных с искомой величиной определенной зависимостью. Применяют, когда значения величин, воспроизводимые эталонным и измеряемые поверяемым средствами измерений, невозможно определить прямыми измерениями или когда косвенные измерения более просты или более точны по сравнению с прямыми измерениями.

$P = F \cdot S$

Систематическую составляющую относительной погрешности электрического счетчика активной электроэнергии находят с помощью ваттметра и секундомера. Погрешность поверяемого счетчика в процентах находят по формуле:

$$\delta = \frac{W_n - W_{\text{э}}}{W_{\text{э}}} \cdot 100\%$$

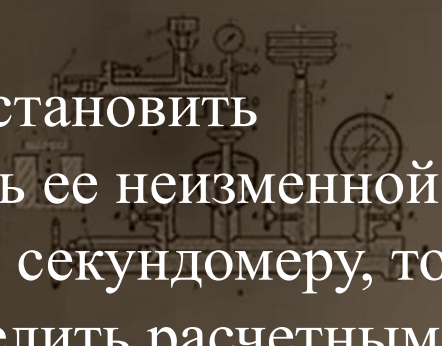
где  $W_{\text{э}}$  — действительное значение электроэнергии по показанию эталонного прибора;

$W_n$  — значение электроэнергии по показаниям поверяемого счетчика. Для определения  $W_n$  необходимо знать постоянную счетчика «С», которая обычно не указывается в документации. Но на счетчике указано число оборотов диска «А», соответствующее энергии 1 кВт·ч.

Постоянная «С» определяется по формуле:  $C = (3600 \cdot 1000) / A$ ,  
Вт·с/об.

Энергия, измеренная поверяемым счетчиком  $W_n = C \cdot N$ , где  $N$  — число оборотов диска за время  $t$ .

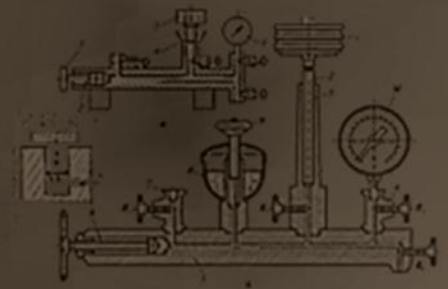




Если по показаниям эталонного ваттметра установить действительное значение мощности  $P_{\text{э}}$  и поддержать ее неизменной в течение времени  $t_{\text{э}}$ , определяемого по эталонному секундомеру, то действительное значение энергии  $W_{\text{э}}$  можно определить расчетным путем по формуле:

$$W_{\text{э}} = P_{\text{э}} \cdot t_{\text{э}}$$

При поверке счетчика методом косвенного измерения энергии эталонным ваттметром и секундомером суммарная погрешность эталонных средств измерений складывается из погрешностей эталонных ваттметров и трансформатора тока, погрешности секундомера и субъективных погрешностей, вызванных ошибками поверителя при пуске и остановке секундомера.



## Вопрос № 4.

**Общие требования и организация  
поверочных работ**

$$P = F / S$$



## 4. Общие требования и организация поверочных работ

Роль и место поверки в обеспечении единства измерений



З-н РФ “Об ОЕИ”, пост. Правительства России № 100-94 г. и Положение о МОБ в РФ в качестве основной задачи органов метрологической службы всех уровней определяют ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА измерений.

В ВС страны, оснащенных новейшими боевыми и техническими комплексами, единство измерений является определяющим условием их высокой боевой готовности.

При этом под единством измерений понимается состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы.

# ЕДИНСТВО ИЗМЕРЕНИЙ ТРЕБУЕТ

выражения результатов  
измерений в указанных  
единицах (“SI”)

знания погрешностей измерений,  
которые с заданной вероятностью  
 $\Delta_{\text{изм}} \leq \Delta_{\text{уст}} \quad P_{\text{зад}}$

Выбора рабочих эталонов  $\Delta_{\text{рЭ}}$

Выбора РСИ  $\Delta_{\text{РСИ}}$

ПОВЕРКА РСИ

да

$$\Delta_{\text{рЭ}} \geq (1/3 \div 1/5) \Delta_{\text{РСИ}}$$

нет

ЕДИНСТВО ИЗМЕРЕНИЙ

обеспечивается

не обеспечивается



**ЕИ не является уделом одного лишь Госстандарта России и руководимых им МС страны. В ВВС оно реализуется постоянно на каждом рабочем месте, на котором производится измерение эксплуатационных параметров ВВТ. Приведенный на рисунке оператор сравнения точностных характеристик РЭ и РСИ “поверка” показывает уровень обеспечения ЕИ на каждом рабочем месте. Это определяет и роль, и место поверки СИ среди других мероприятий МОб ВВТ.**

# Рекомендации по проведению анализа результатов поверки



Для анализа результатов поверки целесообразно по данным протокола ее проведения построить график. На графике по оси абсцисс отложены цифровые отметки шкалы прибора, по оси ординат – основные погрешности измерений на соответствующих отметках. Верхняя и нижняя сплошные горизонтальные линии ограничивают интервал допустимых значений основной погрешности для класса точности 5,0. Ломаные линии графика отображает динамику изменения основной погрешности при подведении указателя со стороны меньших и больших значений измеряемой физической величины.

# Рекомендации по проведению анализа результатов поверки



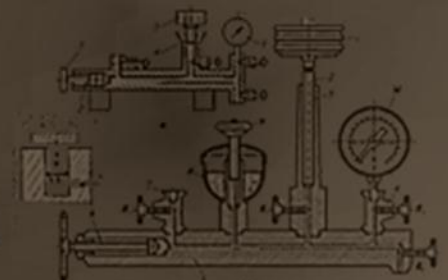
Кривые погрешностей при поверке

# Выводы из анализа графиков :



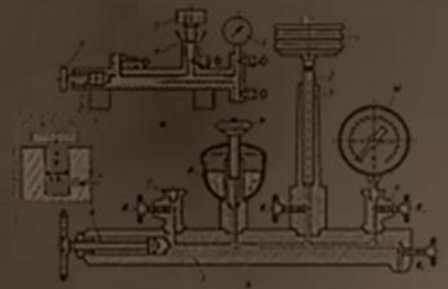
- 1) Погрешности СИ в одном случае достигли предельного допускаемого значения (точка 90) и в пяти случаях были близки к этому значению (0,4% в точках 40, 60, 80, 90 и 100)
- 2) Заметно влияние трения на показания СИ, что отражается на характере кривых, расходящихся “ножницами” по мере их приближения к началу шкалы
- 3) Вариации показаний в точке 10 достигают 0,5%, т.е. предельно допускаемого значения
- 4) Нарушение общего характера кривых (“ножниц”) для отметки 70 можно объяснить недостаточно тщательной установкой стрелки на этой отметке при поверке. Можно рекомендовать провести поверку на этой отметке еще несколько раз, плавно регулируя измеряемую величину, то со стороны больших, то со стороны меньших значений





- 5) В остальном поверка проведена достаточно тщательно, так как кривые расходятся более или менее равномерно
- 
- 6) Общее расположение кривых на графике свидетельствует о том, что погрешности СИ можно снизить, если путем регулировки сместить все кривые на 0,15% вниз. В этом случае средняя нулевая линия займет положение на 0,15% выше (нанесена пунктиром). Интервал, обозначенный верхней и нижней пунктирными линиями говорит, что погрешности при различных показаниях не будут превышать  $\pm 0,35\%$ .





## Вопрос № 5.

**Правила оформления результата поверки**

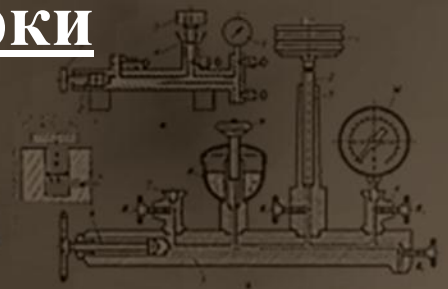
$$P = F / S$$



**Существует правило:**

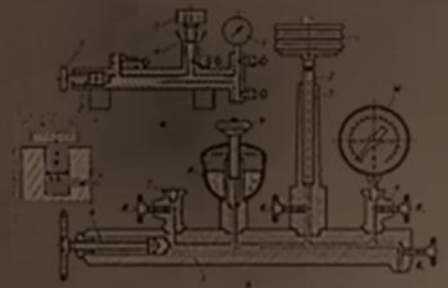
**Если погрешности и вариация показаний, а также другие показатели не выходят за пределы допускаемых значений, установленных стандартами или другими нормативными документами, СИ в результате поверки признается пригодным. Но если, хотя бы по одному признаку, СИ не удовлетворяет установленным требованиям, оно признается непригодным.**

# Оформление результатов поверки



Результаты поверки средств измерений, признанных годными к применению, оформляются выдачей свидетельства о поверке, нанесением поверительного клейма или иными способами, установленными нормативными документами по поверке.

При государственной поверке выдается свидетельство, которое в ряде случаев заменяется наложением государственного поверительного клейма. Свидетельство содержит перечень индивидуальных признаков данного СИ: точное наименование, завод-изготовитель, заводской номер.

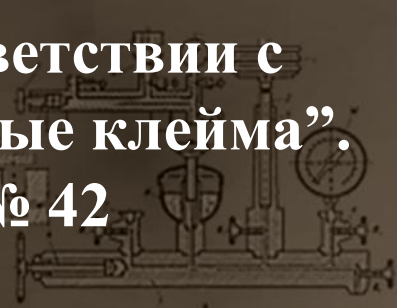


- Кроме того, указывают важнейшие типовые характеристики: принцип действия, пределы измерения или номинальные значения измеряемой величины, класс точности с указанием ГОСТа, которым установлены классы точности для данного вида средств измерений.
- Если класс точности не установлен, указывают предельную допускаемую погрешность. Наконец, приводят конкретные результаты поверки данного СИ в виде таблиц погрешностей, поправок или действительных значений. Указывают также вариацию показаний, если это требуется стандартом или инструкцией

Государственное клеймо изготавливается в соответствии с документом ПР 50.2.007 – 94 “ГСИ. Поверительные клейма”.

Эти правила учитывают рекомендации МОЗМ № 42

“Металлические клейма для поверителей”.



*Государственное клеймо содержит:*

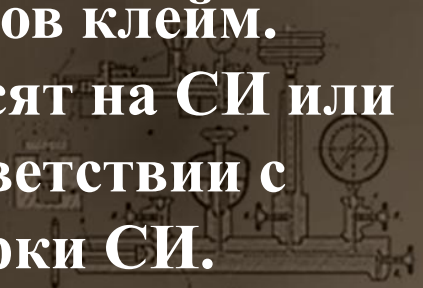
- знак Федер. органа по метрологии РФ – Госстандарта России;
- условный шифр органа ГМС;
- две последние цифры года применения клейма;
- индивидуальный знак поверителя.

Условные цифры органов ГМС - две буквы АБ, АВ, АГ и др.; органа МС юридических лиц – три буквы ААБ, ААВ, ААГ.

Индивидуальный знак: одна буква русского, латинского или греческого алфавита.

Квартал года – арабские цифры 1, 2, 3 или 4.





**В правилах приведены также примеры рисунков клейм. Государственные поверительные клейма наносят на СИ или ЭД, паспорта, аттестаты, свидетельства в соответствии с требованиями НТД на методы и средства поверки СИ. На основании предложений территориальных органов метрологических институтов ВНИИМС разрабатывает перечень государственных поверительных клейм по видам измерений, утверждаемый Госстандартом. данный перечень позволяет учитывать конструктивные особенности СИ. Применять государственные поверительные клейма имеют право только работники системы Госстандарта, прошедшие специальное обучение и имеющие квалификацию государственного поверителя. Передача их другим лицам категорически запрещена. Госповеритель несет ответственность за сохранность, пригодность к работе полученных клейм, а также за четкость оттисков, наносимых на СИ. Госповеритель, дважды нарушивший правила применения клейм, лишается права поверки и клеймения СИ.**



## ЛИТЕРАТУРА, ПОСОБИЯ:



1. Емельянов А.А., Шишов Н.Н., Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники. – Академия противовоздушной обороны им. Говорова, 1985 с.242-247
2. Гончаров А.А., Копылов В.Д., Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Академия, 2006 с.40-41
3. Леонтьев А.Г., Скуратов В.В., Бондаренко Д.В., Руководящие документы по метрологическому обеспечению. – С-Пб.: ГУАП, 2008 с.48-51
4. Приказ министра обороны РФ №245: Об утверждении руководства по метрологическому обеспечению вооруженных сил российской федерации. –М.: Ц.Т.МО. РФ, 2000 с.92-94
5. Леонтьев А.Г., Васильченко А.А., Павлов И.А., Егоров Н. А., Поверка и ремонт электронных средств измерений. – С-Пб.: ГУАП, 2006 с.17