**Вводная часть**

В науке, технике и повседневной жизни при исследовании и описании явлений, процессов, а также свойств и характеристик физических тел используют различные физические величины.

Отличие этих величин друг от друга, определяемое различными свойствами явлений и тел, отражает лишь одну их сторону – качественную. Понятие же физической величины включает и другую сторону – количественную, являющуюся индивидуальной для каждого объекта и оцениваемую числовым выражением величины, которое будем называть *значением величины*. Последнее, дает нам возможность сопоставлять, сравнивать величины и производить математические операции. Само значение величины получают, выполняя измерения. Таким образом, для измерения характерно, прежде всего, получение количественной информации об измеряемой величине или так называемой *измерительной информации*.

Количественная оценка измеряемой величины должна удовлетворять двум требованиям.

Во-первых: в результате измерения требуется получить не просто число, а число именованное, т.е. в определенных единицах, общепринятых для данной величины. Это требование диктуется теми соображениями, что результаты измерений должны допускать сравнение и соответствующую интерпретацию, независимо от того, кем или чем произведено измерение.

Во-вторых: результат измерения должен сдержать оценку точности полученного значения измеряемой величины.

Характерной чертой измерения является также и то, что этот процесс обязательно предусматривает тот или иной простой или сложный физический эксперимент.

В соответствии с изложенным, *измерением* называют совокупность экспериментальных операций, имеющих целью получение значения физической величины.

Для проведения измерений необходимы, естественно, средства измерений, с помощью которых осуществляют измерительный процесс, а также способ или метод измерения, характеризуемый физическим явлением, используемым при измерении в зависимости от применяемых средств измерений.

Таким образом, измерение охватывает следующие основные элементы:

* Измеряемые величины
* Условия измерений
* Единицы физических величин
* Средства измерений
* Методы измерений
* Наблюдателя
* Результат измерения

В марте 1996 г. Законодательное собрание Жогорку Кенеша Кыргызской Республики приняло Закон Кыргызской Республики «Об обеспечении единства измерений». Закон состоит из шести разделов и 26 статей.

Повторно был принят в 2007 г.

Закон устанавливает правовые основы обеспечения единства измерений в Кыргызской Республике, обязательные для органов государственной власти и местного самоуправления, а также юридических и физических лиц (далее хозяйствующие субъекты). Закон направлен на защиту интересов потребителей и государства от последствий недостоверных измерений.

В статье 13 указаны сферы государственного метрологического надзора и контроля, которые распространяются в том числе на торговые операции и взаимные расчеты между покупателем и продавцом и т.д.

В статье 15 сказано, что средства измерений, подлежащие государственному надзору и контролю, подвергаются поверке Кыргызстандартом, а перечни групп средств измерений, подлежащие поверке, утверждаются Кыргызстандартом.

По решению Кыргызстандарта допускается представление аккредитованным метрологическим службам хозяйствующих субъектов право поверки средств измерений. В статье 23 сказано, что средства измерений, не подлежащие поверке, должны подвергаться калибровке.

Калибровку средств измерений проводят метрологические службы хозяйствующих субъектов, которые должны быть аккредитованы Кыргызстандартом на право проведения калибровки средств измерений в соответствии с КМС 45,8,002-95 «Государственная система обеспечения средства измерений. Порядок аккредитации метрологических служб государственных органов и юридических лиц». Метрологические службы для получения аттестата аккредитации должны иметь:

* Положение о метрологической службе, утвержденное в установленном порядке
* Оборудование, необходимое для выполнения работ в заявленной области аккредитации.
* Нормативные документы по стандартизации в заявленной области деятельности
* Достаточного по количеству и квалификации персонала, имеющего профессиональную подготовку, квалификацию и опыт работы в заявленной области аккредитации.
* Необходимые помещения.
* Эталоны и вспомогательное оборудование для проведения калибровочных (поверочных) работ в заявленной области аккредитации.
* Методы процедуры калибровки (поверки).
* Систему обеспечения качества.

**Обзорная часть**

Поверку магазинов сопротивления производят мостовым или компенсационным методом путем измерения сопротивления каждого резистора магазинов в отдельности или измерением нарастающих значений сопротивления.

При поверке магазинов сопротивления производят следующие операции-

1. внешний осмотр
2. определение начального сопротивления и его вариации
3. определение действительных значений сопротивления магазина
4. определение сопротивления изоляции ( только при выпуске из производства или ремонта. А также при поверке магазинов сопротивление ступени высшей декады которых равно 10 ом и более)
5. проверка электрической прочности изоляции(только при выпуске из производства и ремонта)

## **Средства проверки**

При определении основной погрешности магазинов сопротивления компенсационным или мостовым методом должны применяться средства измерения в соответствии с требованиями.

Потенциометрическая или мостовая измерительная цепь с помощью которой производят поверку магазинов сопротивления в сочетании с образцовыми мерами должна обеспечивать такую точность измерения при которой погрешность определения измеряемых сопротивлений не будет превышать 1/5 наибольшей допускаемой погрешности магазина сопротивления для данных значений сопротивлений.

Источники тока для питания потенциометрической цепи должны обеспечивать такое постоянство силы тока при котором за время поверки одной ступени магазина сопротивления изменение силы тока выраженное в процентах не выходит за пределы = 1/10 значения допускаемой погрешности поверяемых сопротивлений магазина выраженной также в процентах

Применяемый в потенциометрической или мостовой цепи нулевой индикатор должен обладать при нормальном режиме успокоения чувствительностью позволяющей обнаруживать изменения сопротивления поверяемого магазина сопротивления, составляющие 1/15 значения допускаемой погрешности для соответствующего сопротивления

Помимо средств применяемых для определения основной погрешности для определения других параметров магазина сопротивления необходимы следующие средства поверки –

1. прибор для измерения сопротивления изоляции с погрешностью не более 2,0%.

2. установка для испытания электрической прочности изоляции позволяющая плавно повышать напряжение от 0 до требуемого значения. Мощность испытательной установки на стороне высокого напряжения должна быть не менее 0.25 ква

3. ртутные термометры на диапазон температур 15-30 °С с ценой деления 0.1 и 0.5 °С.

Типы приборов рекомендуемых в качестве образцовых и контрольных указаны в приложении.

**Подготовка к поверке**

Поверка магазинов сопротивления должна производится на постоянном токе, при соблюдении следующих условий:

а) относительная влажность воздуха – не более 80%;

б) температура окружающего воздуха

20±1оС – для магазинов класса 0,01;

20±2оС для магазинов классов 0,02 .0,05 и 0,1;

20±5оС – для магазинов классов 0,2;

15-30оС – для магазинов классов 0,5 и 1,0;

в) времени выдержки приборов при данной окружающей температуре – не менее 12 ч.

При поверке магазинов сопротивления сила тока в них, а также и в применяемых при поверке образцовых мерах и приборах не должна превышать значений, допускаемых для любого из них. При отсутствии этих данных сила тока не должна превышать значений, соответствующих выделению мощности 0,05 Вт на любой из катушек магазина с сопротивлением в 1 Ом и выше; для катушек с сопротивлением ниже 1 Ом сила тока не должна превышать 0,2 А.

**Проведение поверки**

При проверке магазинов сопротивления следует проверять соответствие их основных характеристик значениям, указанным в приложении 3 ГОСТ 13564-68

По ГОСТ 13564-68 допускается также факультативная поверка других типов магазинов сопротивления с аналогичными характеристиками.

Магазины сопротивлений это многозначные меры сопротивления.

Технические требования в ММЭС сопротивлений определены ГОСТ 23737-79. В соответствии с этим стандартом класс точности ММЭС обозначается в виде отношения двух чисел с/d или одним числом с.

Предел, допускаемый основной погрешностью магазина, выраженный в процентах от номинального значения, включенного сопротивления, определяется по формуле:

δдоп.= ±[с + d (Rmax/ R – 1)]

где с и d – числа составляющие обозначения класса точности;

Rmax – наибольшее значение ММЭС, Ом;

R – номинальное значение включенного сопротивления, Ом;

Сопротивление между зажимами ММЭС при установке переключателей для всех декад на нулевые показания называется начальным сопротивлением.

Среднее значение начального сопротивления Rнач для магазинов с сопротивлением одной ступени высшей декады 104 Ом и менее не должно превышать значение, определяемого по формуле:

Rнач = ma.

Вариация начального сопротивления ΔRнач, вызванная изменением переходных сопротивлений контактов переключателей, не должна превышать 0,1Rнач и половины значения сопротивления одной ступени младшей декады.

Многозначные меры электрического сопротивления выпускаются для применения как в цепях постоянного, так и переменного тока. В последнем случае в них принимаются меры для уменьшения реактивности, а остаточная реактивность характеризуется постоянной времени τ.

Методы поверки и эталонные средства измерения определены государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления.

Эталонные средства измерений должны позволять измерять действительные значения сопротивлений, установленные на поверяемом магазине, с погрешностью, не превосходящей 1/3 предела основной допускаемой погрешности поверяемого магазина. Целесообразно применять эталонные меры и компаратор такой точности, чтобы их суммарная погрешность не превышала 1/5 предела допускаемой погрешности поверяемого магазина, это позволит при поверке не учитывать поправки к показаниям эталонных средств измерений.

При выборе эталонных средств измерений следует иметь в виду что, многодекадные магазины сопротивлений имеют разный предел допускаемой основной погрешности при разных установленных сопротивлениях.

**Внешний осмотр**

1. Внешний осмотр магазинов сопротивления, выпускаемых из производства, производят в соответствии с техническими условиями на их изготовление, утвержденными в установленном порядке.

2. На каждом представленном в поверку приборе, находящемся в эксплуатации и выпускаемом из ремонта, должны быть указаны:

а) обозначение прибора по системе предприятия;

б) товарный знак предприятия-изготовителя;

в) номер прибора по системе предприятия;

г) единица измерения.

3. Магазин сопротивления, находящиеся в эксплуатации или выпускаемые из ремонта, не подвергаются дальнейшей поверке, если при внешнем осмотре их будет обнаружен хотя бы один из следующих дефектов:

* отсутствуют, расшатаны или повреждены наружные части (зажимы, штепсели, рычажные переключатели);
* внутри магазина сопротивления находятся обнаруживаемые на слух при наклонах посторонние предметы или отсоединившиеся части;
* на корпусе имеются трещины или повреждения;
* в конструкции магазина сопротивления не предусмотрено приспособление для клеймения или наложения пломбы, которое делало бы невозможным вскрытие прибора без нарушения клейма или пломбы. Это правило относится к магазинам отечественного производства

4. В поверку принимают магазины сопротивления только с чистыми контактами.

**Определение начального сопротивления и его вариации**

1.Начальное сопротивление магазинов сопротивления и вариацию начального сопротивления определяют при условиях, указанных в п.3.1 ГОСТ 13564-68 в следующем порядке:

а) устанавливают на всех декадах нулевые показания или наименьшее возможное значение для данного магазина сопротивления и несколько раз прокручивают рычаги (или штепсели);

б) измеряют сопротивление потенциометром или двойным мостом с помощью образцовой катушки сопротивления с номинальным значением 0,01 или 0,1 Ом.

Измерения производятся при чувствительности, достаточной для определения измерений сопротивления, равных или меньших ¼ вариации, допускаемой для данного магазина сопротивления;

в) вариацию сопротивления при нулевом показании определяют путем повторных измерений этого сопротивления, выводя каждый раз все переключатели ( штепсели ) из нулевых или наименьшего положений и вновь возвращая их в эти положения, а также после легкого постукивания пальцами по рукояткам переключателей и по панели магазина сопротивления.

Величина вариации определяется как разность между наибольшим и наименьшим из четырех результатов измерения начального сопротивления.

Если значение наименьшей ступени поверяемого магазина сопротивления равно или меньше 0,1 Ом, то начальное сопротивление при нулевом показании может быть измерено по схеме

Магазин сопротивления подключают к источнику постоянного тока последовательно с некоторым балластным сопротивлением а к зажимам магазина сопротивления на котором устанавливают нулевое показание подключают гальванометр. Переключая направление тока наблюдают изменение отклонения гальванометра Затем на магазине сопротивления вводят первую ступень наименьшей декады имеющую сопротивление R и снова переключая направление тока замечают изменение отклонения.

Начальное сопротивление R определяют по формуле:

Rнач = ma

m – число декад магазина

a - коэффициент

Если начальное сопротивление и вариация его превышают допускаемые значения, дальнейшую поверку прекращают. При использовании высокочувствительного к напряжению гальванометра и источника питания 2в требуется включить балластное сопротивление порядка 4000-5000 Ом.

***Определение действительных значений сопротивлений магазина***

Определение действительных значений магазина производят одним из двух способов поэлементной поверки и способом измерения нарастающих значений сопротивления.

***Поэлементная поверка***

Поэлементной поверке могут подвергаться магазины сопротивления имеющие потенциальные контакты на каждой ступени.

Поэлементная поверка заключается в определении сопротивления каждой ступени всех декад в отдельности путем сравнения с равновеликими эталонными мерами (способ замещения). По значениям измеренных сопротивлений определяют расчетным путем погрешности магазина.

Поверяемую ступень включают таким образом, чтобы точки подвода тока находились вне поверяемой ступени.

***Поверка способом измерения нарастающих значений сопротивлений***

Данный способ поверки используют, когда магазин сопротивления выполнен без потенциальных контактов, однако для магазинов сопротивления, имеющих потенциальные контакты, этот способ также применим.

При этом поверяют величину сопротивления каждой декады при всех отсчетах по ней. Одновременно все остальные декады должны быть установлены в нулевое или наименьшее положение.

В качестве эталонной выбирают меру с сопротивлением, равным по номинальному значению сопротивлению одной ступени поверяемой декады или в 10 раз большему. Последнее условие для повышения точности измерения является предпочтительным.

Необходимо учитывать, что результат каждого измерения входит начальное сопротивление, которое следует вычитать из подсчитываемых значений.

Поверка способом измерения нарастающих значений сопротивлений имеет то преимущество, что при каждом измерении проверяется качество переходного сопротивления, т.е. все те элементы, которые непременно участвуют при эксплуатации

***Определение сопротивления изоляции***

Сопротивление изоляции магазина сопротивления определяют с помощью мегомметра или другого прибора, имеющего соответствующий предел измерения, между всеми, соединениями между собой токоведущими зажимами.

***Проверка электрической прочности изоляции.***

Проверку электрической прочности изоляции магазинов сопротивления производят на установке, позволяющей плавно повышать испытательное напряжение от нуля до заданного значения.

**Оформление результатов поверки**

1. Измерительные магазины сопротивления, имеющие обозначение класса точности или указание иных норм точности, удовлетворяющие требованиям МИ 1695-87, подлежат клеймению

2. Свидетельство о поверке с указанием действительных значений сопротивлений выдают на магазины сопротивления предназначенные для применения в качестве эталонных, а также по просьбе владельцев.

3. На магазины сопротивления, не имеющих обозначения класса точности или указаний иных норм точности, признанные годными к применению в качестве измерительных, выдается справка с указанием, к какому классу отнесены.

4. Магазины, поверенные в соответствии с требованиями МИ 1695-87 и не удовлетворяющие требованиям, к применению не допускаются.

На них выдаются извещение с указанием причин непригодности и гасят клеймо предыдущей поверки.

**Практическая часть**

Магазин сопротивления типа МСР-60М № 6575 класса 0,02 предназначен для работы в цепях постоянного тока в качестве меры электрического сопротивления с переменным значением от начального сопротивления до 11111,1 Ом при температуре окружающего воздуха от + 15 до + 30оС и относительной влажности воздуха до 80%.

Магазин сопротивления дает возможность получить любое значение сопротивления от начального до 11111,1 Ом ступенями через 0,01 Ом.

Основная погрешность магазина, выраженная в процентах от номинального значения включенного сопротивления при температуре окружающего воздуха +20 ±2оС и относительной влажности 80% не должна превышать

±(0,02+0,02 m /R )%

где m – число декад магазина,

R – значение включенного сопротивления, Ом.

Номинальная мощность любой ступени магазина от 1Ом и выше составляет 0,1 Вт, допустимая 0,5 Вт. При значении установленного сопротивления менее 1Ом магазин допускает ток, соответствующий номинальной мощности магазина при сопротивлении 1 Ом.

Дополнительная погрешность показаний магазина, вызванная только изменением температуры окружающего воздуха в пределах от +15 до +30оС, не превышает на каждые 5оС изменения температуры половины значения основной допустимой погрешности.

Начальное сопротивление магазина, т.е. сопротивление при установке всех декадных переключателей на нулевые показания, включая вариацию, не превышает 0,018 Ом. Вариация начального сопротивления магазина не превышает 0,002 Ом.

Сопротивление изоляции между токоведущими частями и корпусом не менее 600Мом.

Испытательное напряжение прочности изоляции – 2 кВ практически синусоидального переменного тока частоты 50Гц.

**Устройство и принцип работы**

Магазин сопротивления, представляет собой набор последовательно соединенных резисторов, сгруппированных в декады и расположенных на основаниях декадных переключателей, закрепленных на внутренней стороне панели.

Магазин сопротивления имеет 6 декад, четыре из которых («Х1000Ω», «Х100Ω», «Х10Ω», «Х1Ω») состоят из десяти резисторов соответственно 1000, 100, 10, 1Ом. Резисторы намотаны бифилярно из манганинового провода на металлические, покрытые лаком, каркасы.

Декады «Х 0,1Ω» состоит из 10 спиралей сопротивлением по 0,1 Ом. Декада «Х0,01Ω» состоит из 10 петель сопротивлением по 0,01 Ом. Спирали и петли также изготовлены из манганинового провода.

На внешней стороне панели смонтированы два зажима ( для включения в электрическую схему) и шесть рукояток декадных переключателей.

Панель крепится к деревянному корпусу четырьмя винтами, два из которых опечатаны. Прибор имеет съемную крышку, на внутренней стороне которой прикреплена схема и краткие технические характеристики магазина.

**Подготовка прибора к работе**

До включения магазина с схему рукоятки всех декадных переключателей необходимо несколько раз провернуть.

Включение магазин в электрическую схему производится путем подсоединения к его зажимам.

**Порядок работы**

Набор требуемого сопротивления производится с помощью рукояток декадных переключателей. Отсчет производится по формуле:

Rх = (Х1 1000 + Х2100 + Х3 10 + Х4 1 + Х5 0,1 + Х60,01 + R0 ) Ом

Где Х1, Х2, Х3, Х4, Х5, Х6 – показания рукояток переключателе соответственно «Х1000Ω», «Х100Ω», «Х10Ω», «Х1Ω», «Х0,1Ω» «Х0,01Ω»;

Rо – величина начального сопротивления.

**Поверка**

Определение основной погрешности магазина производится посредством моста или потенциометра методом замещения или сравнения, а также непосредственным измерением эталонным мостом. Поверка производится при температуре окружающего воздуха + 20±2оС и относительной влажности до 80%.

Поверку значения начального сопротивления производить методом непосредственного измерения на зажимах двойным мостом класса 0,05. Перед каждым измерением необходимо по 3-5 раз провернуть рукоятки декадных переключателей а затем установить их на положение 0. Начальное сопротивление измеряется не менее 5 раз. Величина его не должна превышать 0.018 ом. Вариация начального сопротивления определяется как разница наибольшего и наименьшего из пяти измеренных значений начального сопротивления

Вариация начального сопротивления магазина не должна превышать 0.002Ом.

Определение сопротивления изоляции между токоведущими цепями и корпусом производится при температуре окружающего воздуха 15 - 30оС и влажности до 80 мегомметром с рабочим напряжением не менее 200 В, но не более испытательным путем приложения напряжения между закороченными зажимами и любой точкой панели или корпуса.

Калибровку производим при помощи Омметра цифрового Щ306-1

Омметр цифровой типа Щ306-1 предназначен для измерения сопротивления при температуре окружающего воздуха от 10 до 35оС и относительной влажности 80 при температуре 25оС

Время установления рабочего режима омметра при измерении без усреднения 15 мин при измерении с усреднением –

Продолжительность непрерывной работы омметра – 16

Время перерыва до повторного включения - 1

Падение напряжения на измеряемом сопротивлении не более 12в. мощность рассеивания на измеряемом сопротивлении - не более 0.01 W

Режимы измерений омметра – периодический и разовый.

***Устройство и работа Омметра Щ306-1***

Конструкция омметра

Омметр – настольный переносной прибор. На его передней панели расположены –

Кнопка СЕТЬ – для включения омметра

Кнопка -для включения режима с усреднением ( начислением среднеарифметического из результатов 10 измерений)

Кнопка АВТ – для включения автоматического набора диапазонов измерений сопротивления

Кнопка (вниз) (вверх)- для ручного выбора диапазонов измерений сопротивления

Разъем для подключения входного кабеля

Отчетное устройство.

Под лицевой панелью расположены регулировочные резисторы для подстройки омметра.

Омметр состоит из аналогового и цифрового блоков стабилизатора и индикатора.

**Подготовка к работе**

Ручку омметра переставить из положения транспортирования в положение эксплуатации .

Заземлить корпус омметра включить в сеть шнур питания и нажать кнопку сеть.

Прогреть омметр при измерении без усреднения – 15 мин при измерении с усреднением – 1

Подключить входной кабель из комплекта ЗИП к ответной части входного разъема омметра

При необходимости на щупы входного кабеля надеть соответствующие зажимы из комплекта ЗИП

**Порядок работы**

#### Порядок работы при ручном управлении

При измерении в режиме ручного выбора диапазонов измерений сопротивления подключить с помощью входного кабеля измеряемый резистор ко входу омметра последовательным нажатием кнопок включить необходимый диапазон измерений.

При измерении в режиме автоматического выбора диапазонов сопротивления подключить измеряемый резистор ко входу омметра с помощью входного кабеля и нажать кнопку АВТ.

#### При измерении с усреднением нажать кнопку Σ.

#### Результат измерений индуцируется на отчетном устройстве

#### Порядок работы при дистанционном управлении

Перевести омметр в режим дистанционного управления замыканием контактов и ВА.

Подать на соответствующие контакты необходимую информацию и произвести запись этой информации в память.

При работе в режиме разовых измерений запуск омметра осуществляется подачей импульса запуска на контакт А16.

Результат измерения выдается на интерфейсный разъем и индицируется на отчетном устройстве.

Поверяется каждая декада магазина сопротивления.

В декаде поверяется каждое значение электрического сопротивления.

Результат измерения записывается в протокол.

Протокол прилагается.

Таблица 1 - Погрешность показаний при температуре равной 20±2 °С

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | х 0,01 | х 0,1 | х 1 | х 10 | х 100 | х 1000 | х 10 000 |
| 1 | 0,0012 | 0,00122 | 0,0014 | 0,0032 | 0,021 | 0,2 | 2 |
| 2 | 0,0012 | 0,00124 | 0,0016 | 0,0052 | 0,041 | 0,4 | 4 |
| 3 | 0,0012 | 0,00126 | 0,0018 | 0,0072 | 0,061 | 0,6 | 6 |
| 4 | 0,0012 | 0,00128 | 0,0020 | 0,0092 | 0,081 | 0,8 | 8 |
| 5 | 0,0012 | 0,00130 | 0,0022 | 0,0112 | 0,101 | 1,0 | 10 |
| 6 | 0,0012 | 0,00132 | 0,0024 | 0,0132 | 0,121 | 1,2 | 12 |
| 7 | 0,0012 | 0,00134 | 0,0026 | 0,0152 | 0,141 | 1,4 | 14 |
| 8 | 0,0012 | 0,00136 | 0,0028 | 0,0172 | 0,161 | 1,6 | 16 |
| 9 | 0,0012 | 0,00138 | 0,0030 | 0,0192 | 0,181 | 1,8 | 18 |
| 10 | 0,0012 | 0,00140 | 0,0032 | 0,0212 | 0,201 | 2,0 | 20 |

Начальное сопротивление не превышает ±0,018 Ом.

**Заключение**

Согласно приложенного протокола поверки поверяемый магазин сопротивления типа МСР-60М соответствует заданному классу точности.

На корпусе поверенного прибора ставится оттиск каучукового клейма, а на крепежных винтах ставится оттиск металлического клейма.

Это соответствует разрешению применять данный прибор в необходимых операциях по измерению сопротивления.

Прохождение данных курсов повышения квалификации положительно отражается на общем уровне подготовке слушателя и заставляет внимательно просмотреть всю нормативную документацию по метрологическому обеспечению и поверке средств измерений.

**Литература**

1. Закон КР. «Об обеспечении единства измерений»
2. КМС 8.016-98 ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения.
3. КМС 8.015-98 ГСИ. Калибровка средств измерений. Организация и порядок калибровочных работ.
4. ГОСТ 23737-79 Меры электрического сопротивления. Общие технические условия
5. МИ 1695-87 ММЭС. Методы и средства поверки.
6. Поверка средств электрических измерений Любимов. А.И. Форсилова И.Д., Шапиро Е.З.