

СОГЛАСОВАНО

Технический директор

ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»



П. С. Казаков

2024 г.

М. п.

Государственная система обеспечения единства измерений

LC-метры резонансного типа Е7-35

Методика поверки

МП-НИЦЭ-012-24

г. Москва

2024 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ.....	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	5
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	8
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	10

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на LC-метры резонансного типа Е7-35 (далее – LC-метры), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Остек-Электро» (ООО «Остек-Электро»), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость LC-метра к ГЭТ 25-79 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной ГОСТ 8.371-80, к ГЭТ 15-79 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной ГОСТ Р 8.732-2011.

1.3 Допускается проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин в соответствии с заявлением владельца средства измерений с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Поверка LC-метра должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.5 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки, – прямой метод измерений.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка электрического сопротивления изоляции (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Нет	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение относительной погрешности измерений электрической емкости	Да	Да	10.1
Определение относительной погрешности измерений индуктивности	Да	Да	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды: плюс $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность (при температуре плюс 25°C): от 45 % до 75 %;
- атмосферное давление: от 84 до 106 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые LC-метры и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
р. 10 Определение метрологических характеристик	Эталоны единицы электрической емкости, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по ГОСТ 8.371-80. Средства измерений электрической емкости в диапазоне измерений от 1 пФ до 100 нФ (диапазон частоты тестового сигнала от 10 до 100 кГц). Эталоны единицы индуктивности, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГОСТ Р 8.732-2011. Средства измерений индуктивности в диапазоне измерений 1 мкГн до 100 мГн (диапазон частоты тестового сигнала от 3 до 300 кГц).	Измеритель RLC E4980A, E4980AL, модель E4980A (далее – измеритель E4980A), рег. № 62364-15

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Вспомогательные средства поверки		
р. 10 Определение метрологических характеристик	Меры электрической емкости с номинальными значениями электрической емкости в диапазоне от 1 пФ до 100 нФ, с пределами допускаемого отклонения от номинального значения не более $\pm 2,5\%$.	Комплект мер емкости Е735
	Меры индуктивности с номинальными значениями индуктивности в диапазоне от 1 мкГн до 100 мГн, с пределами допускаемого отклонения от номинального значения не более $\pm 2,5\%$.	Комплект мер индуктивности
п. 8.3 Определение электрического сопротивления изоляции (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений сопротивления изоляции (на испытательное напряжение не ниже 500 кВ) с верхним пределом измерений не ниже 30 МОм, с пределами допускаемой относительной погрешности измерений не более $\pm 1\%$.	Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803, рег. № 50682-12
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 45 % до 75 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 3\%$; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 0,5\text{ кПа}$.	Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», рег. № 32014-11
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также другое вспомогательное оборудование, удовлетворяющее техническим требованиям, указанным в таблице.		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые LC-метры и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

LC-метр допускается к дальнейшей поверке, если:

– внешний вид LC-метра соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;

– соблюдаются требования по защите LC-метра от несанкционированного вмешательства согласно описанию типа;

– отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и LC-метр допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, LC-метр к дальнейшей поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

– изучить эксплуатационную документацию на поверяемый LC-метр и на применяемые средства поверки;

– выдержать LC-метр в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;

– подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;

– провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование LC-метра

1) Подключить LC-метр к сети переменного тока.

2) Включить LC-метр, установив переключатель питания на задней панели в положение «Включено», при этом загорится ореол кнопки включения на лицевой панели.

3) Перевести кнопку включения на лицевой панели в положение «Включено» (кнопка утоплена) и прогреть LC-метр не менее 30-40 минут.

4) После прогрева в главном меню выбрать пункт «Измерить» и перейти в меню «Измерение».

5) В меню «Измерение» выбрать пункт «Установка нуля» и дождаться завершения процедуры, после чего LC-метр должен автоматически вернуться в меню «Измерение».

LC-метр допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании успешно проведена процедура «Установка нуля», и LC-метр автоматически вернулся в меню «Измерение».

8.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции проводить на установке для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 испытательным напряжением постоянного тока 500 В между:

– между контактом цепи защитного заземления вилки кабеля и первым контактом сетевого питания вилки кабеля;

– между контактом цепи защитного заземления вилки кабеля и вторым контактом сетевого питания вилки кабеля.

LC-метр допускается к дальнейшей поверке, если при проверке электрического сопротивления изоляции измеренное значение электрического сопротивления изоляции не менее 30 МОм.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (далее – ПО) LC-метров проводить в следующей последовательности:

1) Повторить операции 1) – 3) п. 8.2.

2) В главном меню выбрать пункт «Сведения» и сличить номер версии встроенного ПО в строке «Версия прошивки контроллера», с номером версии встроенного ПО, указан-

ным в описании типа.

LC-метр допускается к дальнейшей поверке, если программное обеспечение соответствует требованиям, указанным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение относительной погрешности измерений электрической емкости проводить в следующей последовательности:

- 1) Включить измеритель E4980A согласно эксплуатационной документации.
- 2) Повторить операции 1) – 4) п. 8.2.
- 3) Собрать схему, представленную на рисунке 1.

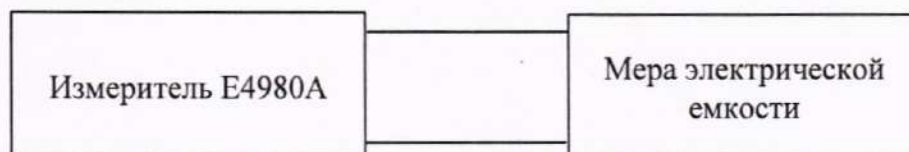


Рисунок 1

4) При помощи измерителя E4980 и мер электрической емкости провести измерения электрической емкости в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Сигналы для определения относительной погрешности измерений электрической емкости

Поддиапазон измерений электрической емкости	Номинальное значение электрической емкости меры	Значение частоты тестового сигнала, установленное на измерителе E4980A	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений электрической емкости, %
от 1 до 10 пФ включ.	1 пФ	100 кГц	$\pm 1,5$
	10 пФ		
св. 10 до 100 пФ включ.	30 пФ	100 кГц	$\pm 1,0$
св. 100 пФ до 100 нФ включ.	120 пФ	100 кГц	$\pm 0,3$
	100 нФ	10 кГц	

- 5) Зафиксировать значения электрической емкости, измеренные измерителем E4980.
- 6) Собрать схему, представленную на рисунке 2.

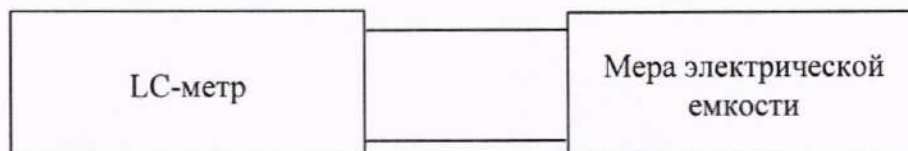


Рисунок 2

7) В меню LC-метра «Измерение» выбрать пункт «Емкость» и перевести LC-метр в режим измерения электрической емкости.

8) При помощи LC-метра и мер электрической емкости провести измерения электрической емкости в соответствии с таблицей 3. Для запуска измерений на LC-метре выбрать пункт «Начать измерение».

9) Зафиксировать измеренные значения электрической емкости на сенсорном экране LC-метра.

10) Для остановки измерений на LC-метре выбрать пункт «Завершить измерение».

11) Рассчитать значения относительной погрешности измерений электрической емкости по формуле (1), приведенной в разделе 11.

10.2 Определение относительной погрешности измерений индуктивности проводить в следующей последовательности:

- 1) Включить измеритель E4980A согласно эксплуатационной документации.
- 2) Повторить операции 1) – 4) п. 8.2.
- 3) Собрать схему, представленную на рисунке 3.

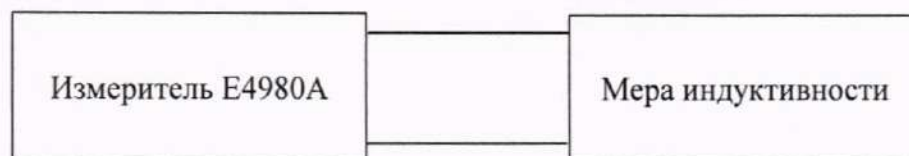


Рисунок 3

4) При помощи измерителя E4980 и мер индуктивности провести измерения электрической емкости в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Сигналы для определения относительной погрешности измерений индуктивности

Поддиапазон измерений индуктивности	Номинальное значение индуктивности меры	Значение частоты тестового сигнала, установленное на измерителе E4980A	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений индуктивности, %
от 1 до 3 мкГн включ.	1 мкГн	300 кГц	±1,5
	3 мкГн	100 кГц	
св. 3 до 10 мкГн включ.	10 мкГн	300 кГц	±1,0
св. 10 мкГн до 100 мГн включ.	10 мГн	100 кГц	±0,5
	100 мГн	3 кГц	

Примечание – Поверку в точках 1 и 3 мкГн проводить в ручном режиме LC-метра. Меню «Настройки», пункт «LC/LC диапазон», второе окно сверху (индикация: символ «L»). Поверку в остальных точках проводить в автоматическом режиме (индикация: символ «A»).

- 5) Зафиксировать значения индуктивности, измеренные измерителем E4980.
- 6) Собрать схему, представленную на рисунке 4.

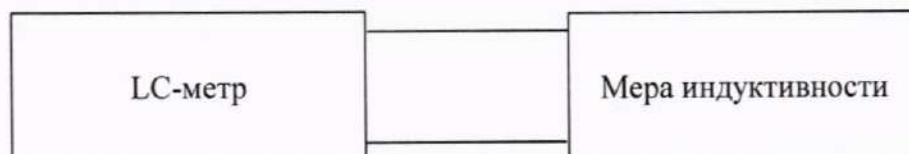


Рисунок 4

7) В меню «Измерение» выбрать пункт «Индуктивность» и перевести LC-метр в режим измерения индуктивности.

8) При помощи LC-метра и мер индуктивности провести измерения индуктивности в соответствии с таблицей 4. Для запуска измерений на LC-метре выбрать пункт «Начать измерение».

9) Зафиксировать измеренные значения индуктивности на сенсорном экране LC-метра.

10) Для остановки измерений на LC-метре выбрать пункт «Завершить измерение».

11) Рассчитать значения относительной погрешности измерений индуктивности по формуле (2), приведенной в разделе 11.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Значение относительной погрешности измерений электрической емкости δ_C , %, рассчитать по формуле (1):

$$\delta_C = \frac{C_{\text{изм}} - C_{\text{эт}}}{C_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $C_{\text{изм}}$ – значение электрической емкости, измеренное LC-метром, пФ (нФ);
 $C_{\text{эт}}$ – эталонное значение электрической емкости, измеренное измерителем Е4980А, пФ (нФ).

11.2 Значение относительной погрешности измерений индуктивности δ_L , %, рассчитать по формуле (2):

$$\delta_L = \frac{L_{\text{изм}} - L_{\text{эт}}}{L_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $L_{\text{изм}}$ – значение индуктивности, измеренное LC-метром, мкГн;

$L_{\text{эт}}$ – эталонное значение индуктивности, измеренное измерителем Е4980А, мкГн.

LC-метр подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если:

- полученные значения относительной погрешности измерений электрической емкости не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А;
- полученные значения относительной погрешности измерений индуктивности не превышают пределов, указанных в таблице А.2 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда LC-метр не подтверждает соответствие метрологическим требованиям), поверку LC-метра прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки LC-метра подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством РФ в области обеспечения единства измерений.

12.2 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца средства измерений) в сведениях о поверке указывается информация, для каких измеряемых величин выполнена поверка.

12.3 По заявлению владельца LC-метра или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда LC-метр подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством РФ, и (или) внесением в формуляр LC-метра записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.4 По заявлению владельца LC-метра или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда LC-метр не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

12.5 Протоколы поверки LC-метра оформляются по произвольной форме.

Технический директор ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»

Ведущий инженер ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»

П. С. Казаков

С. Р. Гиоргадзе

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные метрологические характеристики LC-метров

Таблица А.1 – Метрологические характеристики при измерении электрической емкости

Диапазон измерений электрической емкости	Поддиапазон измерений электрической емкости	Разрешение	Рабочая частота	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений электрической емкости, %
от 1 пФ до 100 нФ	от 1 до 10 пФ включ.	0,001 пФ	100 кГц	±1,5
	св. 10 до 100 пФ включ.	0,001 пФ	100 кГц	±1,0
	св. 100 пФ до 100 нФ включ.	0,001 пФ (в поддиапазоне св. 100 до 1000 пФ не включ.) 0,001 нФ (в поддиапазоне от 1 до 100 нФ включ.)	100 кГц (в поддиапазоне св. 100 до 120 пФ включ.) 10 кГц (в поддиапазоне св. 120 пФ до 100 нФ)	±0,3

Таблица А.2 – Метрологические характеристики при измерении индуктивности

Диапазон измерений индуктивности	Поддиапазон измерений индуктивности	Разрешение	Рабочая частота	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений индуктивности, %
от 1 мкГн до 100 мГн	от 1 до 3 мкГн включ.	0,001 мкГн	300 кГц (при 1 мкГн) 100 кГц (св. 1 до 3 мкГн включ.)	±1,5
	св. 3 до 10 мкГн включ.	0,001 мкГн	100 кГц	±1,0
	св. 10 мкГн до 100 мГн включ.	0,001 мкГн (в поддиапазоне св. 10 мкГн до 1 мГн не включ.) 0,001 мГн (в поддиапазоне от 1 до 100 мГн включ.)	100 кГц (в поддиапазоне св. 10 мкГн до 3 мГн включ.) 3 кГц (в поддиапазоне св. 3 до 100 мГн включ.)	±0,5