

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ,
ФГУП «ВНИИФТРИ»
М.В. Балаханов

«_____» _____ 2011 г.

**Измерители селективные
ЛЭП-500**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
SLM3505 МП

г.п. Менделеево
2011 г.

1 Вводная часть

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки измерителей селективных ЛЭП-500 (далее – Измеритель), выпускаемых фирмой «Newtons4th Ltd» (Великобритания), находящихся в эксплуатации, а также после хранения и ремонта.

1.2 Поверка Измерителя проводится не реже одного раза в двадцать четыре месяца и после каждого ремонта.

2 Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Пункт МП	Первичная поверка	Периодическая поверка
Внешний осмотр	8.1.	+	+
Опробование	8.2	+	+
Определение погрешности измерения переменного напряжения	8.3	+	+
Определение погрешности установки выходного напряжения генератора	8.4	+	+
Определение погрешности установки частоты генератора	8.5	+	+
Определение ширины полосы пропускания	8.6	+	+
Определение погрешности измерения сопротивления	8.7	+	+
Определение погрешности измерения КСВН	8.8	+	+

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений для поверки

Пункт МП	Наименование средства измерений	Метрологические характеристики
8.3, 8.4	Калибратор универсальный 9105	Диапазон выходного переменного напряжения от 0 до 1000 В, диапазон частот от 10 Гц до 100 кГц, пределы допускаемой погрешности выходного переменного напряжения ($\pm 0,04$) %.
	Вольметр переменного тока ВЗ-49	Диапазон измерения напряжений от 10 мВ до 100 В, диапазон нормальной области частот измеряемых перемен-

		ных напряжений от 20 Гц до 10 МГц погрешность измерения в нормальной области частот $\pm(0,2 + (0,08/U_x))$ %.
	Калибратор-вольтметр универсальный В1-28	Диапазон выходного переменного напряжения от 10 мкВ до 700 В, диапазон частот от 0,1 Гц до 120 кГц, пределы допускаемой погрешности выходного переменного напряжения $(\pm 0,06)$ %.
	Генератор сигналов Г4-219,	Диапазон частот от 1 Гц до 100 МГц, диапазон выходного переменного напряжения от 1 мкВ до 1 В, погрешность установки частоты $\pm 3 \cdot 10^{-6}$.
	Аттенуатор резисторный фиксированный Д2-32	Диапазон частот от 0 до 3 ГГц, величина ослабления в 20 дБ, отклонение ослабления в диапазоне частот до 1 ГГц ± 2 дБ.
8.5, 8.6	Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64	Диапазон частот от 0,005 Гц до 150 МГц, диапазон входного напряжения от 0,05 до 10 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$.
8.7, 8.8	Магазин электрического сопротивления Р4830/2	погрешность $\pm 0,05$ %

Допускается использовать аналогичные средства поверки, которые обеспечат измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

3.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства о поверке.

4 Требования к квалификации поверителей

Поверка должна осуществляться лицами, аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке и имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже третьей.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации Измерителя и средств поверки.

5.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в одной точке в соответствии с документацией.

5.3 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

6 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

Влияющая величина	Нормальное значение	Допускаемое отклонение от нормального значения
Температура окружающей среды, °С	20	± 5
Относительная влажность воздуха, %	30...80	-
Атмосферное давление, кПа	84...106	-
Напряжение питающей сети переменного тока, В	220	± 11
Частота питающей сети, Гц	50	± 0,5

7 Подготовка к проведению поверки

7.1 Проверить наличие эксплуатационной документации и срок действия свидетельств о поверке на средства поверки.

7.2 Подготовить средства поверки к проведению измерений в соответствии с руководством по эксплуатации СИ.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие Измерителя следующим требованиям:

- Измеритель не должен иметь механических повреждений;
- все надписи на Измерителе должны быть четкими и ясными;
- клеммы и разъемы Измерителя должны быть чистыми;
- комплектность Измерителя соответствует п. 21 РЭ.

Результат внешнего осмотра считается положительным, если выполняются указанные требования.

8.2 Опробование

Опробование проводят после ознакомления с руководством по эксплуатации.

8.2.1 При опробовании проверяют возможность включения Измерителя и установления различных функций измерителя.

Включить измеритель нажатием клавиши **«Включение/Выключение» («On/Off»)**

Проверить работоспособность при выполнении измерительных функций, указанных в руководстве по эксплуатации (возможность установки предела измерений, переключение режимов измерений).

8.2.3 Результат опробования положительный, если Измеритель выполняет переход во все режимы работы и устанавливает предусмотренные параметры для измерений.

8.2.3 Проверка соответствия программного обеспечения СИ

8.2.3.1 Проверить, что в «Измеритель селективный ЛЭП-500. Руководство по эксплуатации». SLM3505 РЭ, п.14.1(рисунок 14.3), записаны следующие идентификационные данные:

- идентификационное наименование программного обеспечения: **N4LRev2.59 Firmware**;

- номер версии: **2.59**;
- код производителя: **SQ4610**;
- контрольная сумма: **0000**.

Результат проверки зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.3.2 Включить Измеритель нажатием клавиши **«Выключить/ Выключить» (On/Off)** на задней панели. После окончания загрузки ПО, последовательно нажать клавиши **«СИСТЕМА»** и стрелку **«ВЛЕВО»**. На экране отображаются системные данные. Сличить данные, отобразившиеся на экране, с данными, записанными в п.14.1,(рисунок 14.3) **«Измеритель селективный ЛЭП-500. Руководство по эксплуатации»**. SLM3505 РЭ.

Результат сличения зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.3.3 Результат проверки соответствия ПО Измерителя положительный и Измеритель допускается к последующим операциям поверки, если данные на экране Измерителя соответствуют данным, приведенным в п.14.1,(рисунок 14.3) **«Измеритель селективный ЛЭП-500. Руководство по эксплуатации»**. SLM3505 РЭ.

8.3 Определение погрешности измерения напряжения переменного тока

8.3.1 Подключить к высокоомному входу канала 1 Измерителя калибратор переменного напряжения 9105 фирмы Fluke в соответствии с руководством по его эксплуатации. Установить значения напряжения U_{\sim} и частоты F синусоидального переменного напряжения на выходе калибратора равным значениям, указанным в таблице 3. Провести отсчет показаний на экране Измерителя. На частоте 5 Гц вместо калибратора 9105 применяется калибратор-вольтметр универсальный В1-28.

Таблица 3 – Значения частоты, напряжения и допусков

Частота F , кГц	Напряжение U_{\sim} , В	Допуск, мВ
0,005; 0,4	200,0	± 250
	50,0	± 175
	5,0	$\pm 7,5$
	1,5	$\pm 2,2$
	0,5	$\pm 0,75$
	0,18	$\pm 0,24$
	0,05	$\pm 0,075$
3,0	200,0	± 250
	50,0	± 175
	5,0	$\pm 7,5$
	1,5	$\pm 2,2$
	0,5	$\pm 0,75$
	0,18	$\pm 0,24$
	0,05	$\pm 0,075$
50,0	5,0	± 10
	1,5	$\pm 3,0$
	0,5	$\pm 1,0$
	0,18	$\pm 0,27$
	0,05	$\pm 0,10$

Погрешность измерения переменного напряжения вычисляется как разница между показанием Измерителя и значением переменного напряжения, установленного на выходе калибратора переменного напряжения 9105 фирмы Fluke.

8.3.2 Выполнить определение погрешности измерения малых значений переменного напряжения.

Для этого на частоте 50 кГц вычислить значение A по формуле

$$A = U_{и05}/U_{и50}, \quad (1)$$

где $U_{и05}$ - показания Измерителя при поданном напряжении $U\sim$, равном 0,5 В;
 $U_{и50}$ - показания Измерителя при поданном напряжении $U\sim$, равном 50 мВ.

8.3.3 Установить выходное сопротивление генератора и сопротивление входа равными 50 Ом. Подключить соединительным кабелем вход Измерителя к выходу встроенного генератора. Установить частоту генератора 50 кГц и подобрать его выходное напряжение таким, чтобы показания Измерителя были равными $U_{и05}$. Подать сигнал с выхода встроенного генератора на вход Измерителя через фиксированный аттенуатор 20 дБ и произвести отсчет показаний измерителя $U_{и20}$. Вычислить D по формуле

$$D = U_{и05}/U_{и20} \quad (2)$$

8.3.4 Подключить соединительным кабелем вход Измерителя к выходу встроенного генератора и подобрать его выходное напряжение таким, чтобы показания Измерителя были равными $U_{и018}$ при поданном напряжении $U\sim$ равном 0,18 В. Подать сигнал с выхода встроенного генератора на вход Измерителя через фиксированный аттенуатор 20 дБ и произвести отсчет показаний измерителя $U_{и18}$.

8.3.5 Погрешность измерения переменного напряжения Δ , в мВ, в точке 18 мВ вычисляют по формуле

$$\Delta = U_{и18} - 18 \cdot A/D \quad (3)$$

8.3.6 Аналогично определить погрешность измерения переменного напряжения Δ в точке 5 мВ, заменяя в формуле (3) множитель 18 на 5.

8.3.7 Установить значения напряжения $U\sim$ и частоты F синусоидального переменного напряжения на выходе генератора равными значениям, указанным в таблице 4 и повторить измерения.

На частотах 0,005; 0,4 и 3,0 кГц применяют внешний генератор сигналов Г4-219.

Таблица 4 – Значения частоты, напряжения и допусков

Частота F , кГц	Напряжение $U\sim$, мВ		Допуск, мВ
	на выходе генератора	на входе измерителя	
0,005; 0,4	180	18	$\pm 0,027$
	50	5	$\pm 0,008$
3,0	180	18	$\pm 0,027$
	50	5	$\pm 0,008$
50,0	180	18	$\pm 0,033$
	50	5	$\pm 0,010$

8.3.8 В диапазоне частот от 100 кГц до 5 МГц измерения выполняют с помощью вольтметра переменного тока ВЗ-49, подключаемого через входящий в его комплект тройник ко входу Измерителя. Синусоидальный сигнал подают от встроенного генератора измерителя.

Установить значения напряжения $U\sim$ и частоту F синусоидального переменного тока на выходе генератора равными значениям, указанным в таблице 5.

Таблица 5 – Значения частоты, напряжения и допусков

Частота F , МГц	Напряжение, В	Допуск, мВ
0,3	5,0	$\pm 27,5$

	1,5	±8,4
	0,5	±2,9
	0,18*	±1,0
	0,05*	±0,33
1,0	5,0	±59,0
	1,5	±17,9
	0,5	±6,0
	0,18*	±2,2
	0,05*	±0,65
	2	±3
2,5	2,7	±70,2
	1,8	±45,5
	0,5	±12,8
	0,16	±4,1
	0,05*	±1,3
	0,018*	±0,5
	0,005*	±0,19
5,0	2,7	±131,0
	1,8	±86,0
	0,5	±24
	0,16	±7,7
	0,05*	±2,45
	0,018*	±0,90
	0,005*	±,3
* - значения напряжения на входе Измерителя, при которых применяют аттенуатор, используя при этом найденные на частоте 50 кГц значения А и D и формулу (3).		

Произвести одновременный отсчет показаний измерителя U_n и вольтметра U_v . Одновременно фиксировать установленное выходное напряжение генератора U_{\sim} для определения погрешности установки выходного напряжения генератора по п. 8.4.

8.3.9 Погрешность измерения напряжения переменного тока Δ вычисляется по формуле

$$\Delta = U_n - U_v.$$

8.3.10 Результаты поверки считаются положительными, если измеренные Измерителем значения переменного напряжения находится в пределах допусков, которые указаны в таблицах 3-5 .

8.4 Определение погрешности установки выходного напряжения генератора

Определение погрешности установки выходного напряжения генератора производится одновременно с выполнением п. 8.3.

Погрешность установки амплитуды выходного напряжения генератора Δ_r вычисляется по формуле

$$\Delta_r = U_{\sim} - U_v,$$

где U_{\sim} - показание Измерителя, U_v - показание вольтметра.

Результаты испытаний считаются положительными, если, если измеренные значения находится в пределах допусков, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Значения частоты, напряжения и допусков

Частота F, кГц	Напряжение U~, В	Допуск, мВ
0,4; 3,0; 50,0	5,0	±50
	1,5	±15
	0,5	± 5
	0,18	±1,8
300	5,0	±65
	1,5	±20
	0,5	±6,5
	0,18	±2,4
2500	5,0	±100
	1,5	±30
	0,5	±10
	0,18	±3,6
5000	5,0	±300
	1,5	±0
	0,5	±30
	0,18	±10,5

8.5 Определение погрешности установки частоты генератора

8.5.1 Частотомером, вход которого подключен к выходу встроенного генератора испытываемого измерителя, определить частоту синусоидального сигнала на выходе генератора. Органами управления генератора (клавиша «**Выход**») последовательно устанавливать крайние частоты рабочего диапазона 5 Гц и 5 МГц, среднюю частоту 50 кГц и две-три произвольные частоты внутри рабочего диапазона частот. Одновременно частотомером измерять установленную частоту.

8.5.2 Относительная погрешность установки частоты генератора $\Delta_{чг}$ вычисляется по формуле

$$\Delta_{чг} = (F_{ч} - F_{г}) / F_{ч},$$

где $F_{ч}$ - показания частотомера, $F_{г}$ - показания частотомера.

8.5.3 Результаты поверки считаются положительными, если значения относительной погрешности $\Delta_{чг}$ не превышает $\pm 5 \cdot 10^{-6}$.

8.6 Определение ширины полосы пропускания

8.6.1 Определение ширины полосы пропускания Измерителя ΔF проводят в режиме «**Измеритель уровня**» на частоте 50 и 5 кГц.

Установить в строке «**Шир. полосы**» режима «**Измеритель уровня**» номинальное значение ширины полосы 3,1 кГц. В строке «**Центр. частота**» установить «**одинарная фикс.**». Подать сигнал с выхода встроенного генератора на вход измерителя уровня. Установить частоту генератора F равной частоте селективного измерителя уровня 50,0 кГц и произвести отсчет показаний измерителя уровня A . Изменяя частоту генератора вблизи значений $F \pm \Delta F/2$, находят частоты $F1$ и $F2$, при которых показания селективного измерителя уровня уменьшаются до уровня $0,7 \cdot A$. Определить ширину полосы пропускания измерителя ΔF по формуле

$$\Delta F = F1 - F2 \quad (4)$$

8.6.2 Повторить операции п.8.6.1 для значений в строке «**Шир. полосы**» режима «**Измеритель уровня**» 1,95 кГц; 100 и 25 Гц.

8.6.3 Установить частоту генератора F равной частоте селективного измерителя уровня 5,0 кГц и произвести отсчет показаний измерителя уровня A . Последовательно установить в строке «Шир. полосы» номинальные значения ширины полосы 3 и 1 Гц и аналогично п. 8.6.1.

8.6.4 Результаты поверки считаются положительными, если значение ΔF отличается для каждого из 6 номиналов не более чем на $\pm 20\%$.

8.7 Определение погрешности измерения сопротивления

8.7.1 Определение погрешности измерения сопротивления производить на частоте 70 Гц при номинальных значениях сопротивления равных: 0,1 Ом, 1 кОм, 100 кОм и двух произвольных значениях сопротивления внутри рабочего диапазона измерителя.

В качестве эталонных резисторов использовать магазин сопротивлений P4830/2. Соединения кабелей производить согласно РЭ. Выход генератора должен иметь сопротивление 600 Ом, вход Измерителя – высокоомный.

При измерении малых сопротивлений необходимо учитывать начальное сопротивление соединительного кабеля.

8.7.2 Погрешность измерения сопротивления ΔR , %, вычисляется по формуле

$$\Delta R = 100 \cdot (R_n - R_s) / R_s,$$

Где R_n – показание Измерителя, R_s – установленное значение сопротивления.

8.7.3 Результаты поверки считаются положительными, если значение погрешности измерения сопротивления ΔR не превышает $\pm 0,2\%$.

8.8 Определение погрешности измерения КСВН

8.8.1 Определение погрешности измерения КСВН производить в режиме «Измеритель КСВ» с применением метода «Импеданс».

Схема подключения кабелей выбирается согласно п. 19.2 РЭ. В качестве меры используется магазин сопротивлений P4830/2, который подключается к входу измерителя. Частота, на которой проводятся измерения, выбирается 50 кГц или более низкая.

8.8.2 Установить в строке «Опорный импеданс» значение R равное 50 Ом. Магазином сопротивлений установить значение сопротивления $3 \cdot R$, зарегистрировать значение КСВН – K , измеренное Измерителем. Магазином сопротивлений установить значение сопротивления $R/3$, зарегистрировать значение КСВН – K , измеренное Измерителем.

8.8.3 Повторить операции п.8.8.2 для значений R в строке «Опорный импеданс» равным 75; 120; 135; 150; 600 Ом.

При установке значений сопротивления менее 100 Ом следует учитывать сопротивление подводящего кабеля, которое составляет около 0,6 Ом для кабеля «BNC-2xBANANA», например, вместо 25 Ом необходимо установить 24,4 Ом.

8.8.4 Погрешность измерения КСВН δ_K определить по формуле

$$\delta_K = 100 \cdot (K - 3) / 3 \quad (5)$$

8.8.5 Результаты поверки считаются положительными, если все значения погрешности δ_K , определенные для каждого из 12 случаев, не превышают $\pm 1\%$.

8.9 Измеритель, признанный годным, если результаты поверки по п.п. 8.1, 8.2.3, 8.3.10, 8.4, 8.5.3, 8.6.4, 8.7.3, 8.8.5 положительные.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты измерений, проверок и вычислений заносят в рабочий журнал.

9.3. На Измеритель, признанный годным, выдается в соответствии с ПР 50.2.006-94 Свидетельство о поверке по форме Приложения 1.

9.4. Измеритель, имеющий отрицательные результаты поверки, в соответствии с ПР 50.2.006-94 в обращение не допускается и на него выдается Извещение о непригодности к применению с указанием причин непригодности по форме Приложения 2.