

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального директора –  
заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

04 \_\_\_\_\_ 2022 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**КОМПЛЕКТ ЭТАЛОННЫХ АНТЕНН ЕМСО 3121D**

**Методика поверки  
ЕМСО 3121D-00165857 МП**

р.п. Менделеево

2021 г.

## Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Внешний осмотр	5
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
8.1 Подготовка к поверке	6
8.2 Опробование средства измерений	6
9 Определение метрологических характеристик средства измерений	7
9.1 Определение КСВН антенн, входящих в состав комплекта EMCО 3121D	7
9.2 Определение погрешности коэффициента калибровки антенн, входящих в состав комплекта EMCО 3121D	7
10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим Требованиям	9
11 Оформление результатов поверки	9

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика определяет методы и средства первичной и периодической поверок комплекта эталонных антенн EMCO 3121D (далее – комплект EMCO 3121D), заводской № 00165857, предназначенного совместно с измерительными приемными устройствами (измерительным приемником, селективным микровольтметром, анализатором спектра, ваттметром поглощаемой мощности) для измерений напряженности электрической составляющей электромагнитного поля, калибровки и поверки измерительных антенн, изготовленного фирмой «An ESCO Technologies Company ETS-LINDGREN», США.

1.2 Первичной поверке подлежит комплект EMCO 3121D до ввода его в эксплуатацию и вышедший после проведения ремонта.

Периодической поверке подлежит комплект EMCO 3121D, находящийся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При проведении поверки комплект EMCO 3121D обеспечена прослеживаемость результатов измерений к Государственному первичному эталону единицы напряженности электрического поля в диапазоне частот 0,0003 - 1000 МГц ГЭТ 45-2011 в соответствии с ГОСТ Р 8.805-2012.

Поверка комплекта EMCO 3121D в соответствии с государственной поверочной схемой (приложение А ГОСТ Р 8.805-2012) проводится методом непосредственного сличения с помощью компаратора (эталонной антенной).

1.4 Передача комплекта EMCO 3121D единицы коэффициента калибровки поверяемым средствам измерений осуществляется методом сличения с помощью компаратора (эталонной антенны) в соответствии с приложением А ГОСТ Р 8.574-2000.

1.5 В результате поверки комплекта EMCO 3121D должны быть подтверждены следующие требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Требования, подтверждаемые при поверке

Наименование требования (характеристики)	Значение
Значения КСВН $K_{cmU}$ антенн, входящих в комплект EMCO 3121D	не более 2,5
Значения погрешности коэффициента калибровки $ \Delta_{K}^{f} $ антенн, входящих в комплект EMCO 3121D	не более 1 дБ (12 %).

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА

2.1 При проведении поверки комплекта EMCO 3121D должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки комплекта EMCO 3121D

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да



Продолжение таблицы 2

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	–	–
Определение КСВН антенн, входящих в состав комплекта EMCО 3121D	9.1	да	да
Определение погрешности коэффициента калибровки антенн, входящих в состав комплекта EMCО 3121D	9.2	да	да

2.2 На основании решения эксплуатирующей организации допускается проведение поверки комплекта EMCО 3121D с неполным составом антенн по соответствующим пунктам настоящей методики поверки.

Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия при проведении поверки комплект EMCО 3121D

Влияющая величина	Допускаемые значения
Температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25
Относительная влажность окружающего воздуха, %, не более	75
Атмосферное давление, кПа (мм рт .ст.)	от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800)
Напряжение питающей сети, В	от 209 до 231
Частота питающей сети, Гц	от 49,5 до 50,5

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим или средним техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке и имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом EMCО 3121D.0094.20 РЭ «Комплект эталонных антенн EMCО 3121D. Руководство по эксплуатации».

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки комплект EMCO 3121D должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Средства измерений для поверки комплекта EMCO 3121D

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
9.1	Анализатор электрических цепей векторный/анализатор спектра ZVL3, диапазон частот от 9 кГц до 3 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $ S_{11} $ и $ S_{22} $ при значениях $ S_{11} $ и $ S_{22} $ от 0 до минус 15 дБ $\pm 0,4$ дБ
9.2	Государственный первичный эталон единицы напряженности электрического поля в диапазоне частот от 0,0003 до 1000 МГц ГЭТ 45-2011 2011 (далее – ГЭТ 45-2011), приказ Росстандарта от 3 мая 2012 года № 288, $S_0 = 0,5 \cdot 10^{-2}$ , $\Theta_0 = 1,5 \cdot 10^{-2}$
9.2	Рулетка измерительная металлическая two COMP 5 m, класс точности 2 по ГОСТ 7502-98

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемого комплекта EMCO 3121D с требуемой точностью.

5.3 Эталоны, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены и иметь действующие свидетельства об аттестации или поверке.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые действующими правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, действующим санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами при работе с СВЧ излучением, а также требования безопасности, приведёнными в эксплуатационной документации на комплект EMCO 3121D и средства поверки.

6.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в соответствии с документацией.

6.3 Сборку измерительной схемы и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При проведении внешнего осмотра комплекта EMCO 3121D проверить:

- наличие эксплуатационной документации на комплект EMCO 3121D;
- комплектность, маркировку и пломбирование составных частей EMCO 3121D согласно эксплуатационной документации (далее – ЭД);
- отсутствие видимых механических повреждений, влияющих на работоспособность антенн, входящих в комплект EMCO 3121D;
- чистоту соединительных разъемов антенн, входящих в комплект EMCO 3121D;
- состояние лакокрасочных покрытий антенн, входящих в комплект EMCO 3121D.



7.2 Результаты внешнего осмотра комплекта EMCО 3121D считать положительным, если:

- на комплект EMCО 3121D имеется в наличии ЭД в составе: EMCО 3121D.0094.20 РЭ «Комплект эталонных антенн EMCО 3121D. Руководство по эксплуатации» (далее – EMCО 3121D.0094.20 РЭ), EMCО 3121D.0094.20 ФО «Комплект эталонных антенн EMCО 3121D. Формуляр» (далее – EMCО 3121D.0094.20 ФО);

- комплектность комплекта EMCО 3121D соответствуют разделу 3 документа EMCО 3121D.0094.20 ФО;

- маркировка и пломбирование соответствуют п. 3.1.8 документа EMCО 3121D.0094.20 РЭ;

- отсутствуют видимые механические повреждения, влияющие на работоспособность антенн, входящих в комплект EMCО 3121D;

- высокочастотные разъемы антенн, входящих в комплект EMCО 3121D, чистые;

- отсутствуют повреждения лакокрасочных покрытий.

В противном случае результаты внешнего осмотра считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

### **8.1 Подготовка к поверке**

8.1.1 Проверить наличие ЭД и срок действия свидетельств о поверке на средства поверки.

8.1.2 Выполнить подготовительные работы, оговоренные в руководствах по эксплуатации комплекта EMCО 3121D и применяемых средств поверки.

### **8.2 Опробование средства измерений**

8.2.1 Собрать, в соответствии с EMCО 3121D.0094.20 РЭ каждую антенну, входящую в комплект EMCО 3121D, на заданную частоту (устанавливать длину телескопических электродов, которая соответствует заданной частоте).

Присоединить собранную антенну к измерительному приемнику.

8.2.2 Поместить антенну из комплекта EMCО 3121D во вспомогательное электромагнитное поле и наблюдать наличие сигнала на её выходе по показаниям на измерительном приемнике (селективном микровольтметре, анализаторе спектра, ваттметре поглощаемой мощности).

8.2.3 Результаты опробования антенны из комплекта EMCО 3121D считать положительным, если устанавливается длина телескопических электродов, соответствующая заданной частоте, и имеется сигнал на выходе антенны во вспомогательном электромагнитном поле.

В противном случае результат опробования антенны из комплекта EMCО 3121D считать отрицательным и последующие операции поверки с этой антенной не проводить.

## 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 9.1 Определение КСВН антенн, входящих в состав комплекта EMCO 3121D

9.1.1 Подключить поочередно каждую антенну из поверяемого комплекта EMCO 3121D с помощью ВЧ кабеля к анализатору электрических цепей векторно-анализатору спектра ZVL3 (далее – ZVL-3).

Провести измерение коэффициента стоячей волны по напряжению  $K_{cmU}$  в диапазоне рабочих частот антенны согласно руководству по эксплуатации на ZVL3.

Результаты измерений фиксировать в рабочем журнале.

9.1.2 Результаты поверки антенны из поверяемого комплекта EMCO 3121D считать положительным, если измеренное значение  $K_{cmU}$  не превышает 2,5.

В противном случае результат опробования антенны из комплекта EMCO 3121D считать отрицательным и последующие операции поверки с этой антенной не проводить.

### 9.2 Определение погрешности коэффициента калибровки антенн, входящих в состав комплекта EMCO 3121D

9.2.1 Погрешность коэффициента калибровки антенн, входящих в состав комплекта EMCO 3121D, определяют методом замещения поверяемой антенны эталонной антенной БА из состава установки УЭПЭ-БА.

Схема измерений приведена на рисунке 1.



АИ – антенна-излучатель

БА – эталонная биконическая антенна

УУПА – устройство установки и перемещения антенн из состава УЭПЭ БА ГЭТ 45-2011

Рисунок 1

9.2.2 Антенну-излучатель и эталонную биконическую антенну БА установить на одинаковой высоте, около 2 м, на мачты, входящие в установку УУПА таким образом, чтобы расстояние между ними находилось в пределах от 2,5 до 3,0 м.

Провести взаимную ориентацию антенн, таким образом, чтобы достичь согласования по поляризации. Поляризация должна быть горизонтальной относительно основания установки УУПА.



9.2.3 Поверку комплекта EMCO 3121D проводить на частотах  $f_i$ :

- 30, 40, 50 и 60 МГц для антенны DB-1;
- 60, 70, 80, 100, 125 и 140 МГц для антенны DB-2;
- 140, 150, 175, 200, 225, 250, 300 и 400 МГц для антенны DB-3;
- 400, 500, 600, 700, 800 и 1000 МГц для антенны DB-4.

Длину вибраторов антенн DB-1, DB-2 и DB-3 в зависимости от частоты устанавливать в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Длины вибраторов антенн DB-1, DB-2 и DB-3

$f_i$ , МГц	Длина вибратора, мм
30	2412
40	1802
50	1434
60	1194
70	1022
80	887
100	710
125	565
140	502
150	468
175	401
200	351
225	312
250	281
275	255
300	234
400	175

Длину вибраторов антенн DB-1, DB-2 и DB-3 контролировать с помощью рулетки измерительной.

Длину вибраторов антенны DB-4 в зависимости от частоты устанавливать при помощи линейки, входящей в комплект EMCO 3121D.

9.2.4 С помощью генератора устанавливать напряженность электрического поля (далее – НЭП) в пределах от 0,5 до 5,0 В/м, в зависимости от частоты  $f_i$ , в соответствии с руководством по эксплуатации ГЭТ 45-2011.

По показаниям нановольтметра или болометрического моста, в зависимости от типа БА, рассчитать значение НЭП  $E_3^{f_i}$ , в дБ (1 мкВ·м<sup>-1</sup>), по формуле, приведенной в соответствии с руководством по эксплуатации ГЭТ 45-2011.

Результаты показаний фиксировать в рабочем журнале.

9.2.5 Заместить эталонную биконическую антенну БА антенной из поверяемого комплекта EMCO 3121D.

При замещении эталонной биконической антенны БА поверяемой антенной совмещать координаты центров антенн и поддерживать:

- уровень напряженности электрического поля в пределах  $\pm 1$  %;
- частоту в пределах  $\pm 0,01$  %.

9.2.6 Выполнить измерения напряжения  $U_A^{f_i}$ , в [дБ] (1 мкВ), на выходном соединителе поверяемой антенны с помощью преобразователя измерительного NRP-Z91 в режиме измерения напряжения.

Результаты измерений фиксировать в рабочем журнале.



9.2.7 Рассчитать коэффициент калибровки поверяемой антенны  $K_A^{f_i}$ , в [дБ] ( $1 \text{ м}^{-1}$ ), по формуле (1):

$$K_A^{f_i} = E_{\text{Э}}^{f_i} - U_A^{f_i}. \quad (1)$$

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

9.2.8 Рассчитать погрешность коэффициента калибровки  $\Delta_K^{f_i}$ , в [дБ], антенны из поверяемого комплекта EMCО 3121D по формуле (2):

$$\Delta_K^{f_i} = K_0^{f_i} - K_A^{f_i}, \quad (2)$$

где  $K_0^{f_i}$  – значения калибровочного коэффициента в [дБ] ( $1 \text{ м}^{-1}$ ), приведенные в разделе 3 документа EMCО 3121D.0094.20 ФО.

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

9.2.9 Результаты поверки каждой антенны, входящей в комплект EMCО 3121D, считать положительными, если  $|\Delta_K^{f_i}| \leq 1 \text{ дБ}$  (12 %).

9.2.10 Если для антенны из поверяемого комплекта EMCО 3121D значения погрешности на частоте  $f_i$  находится в пределах:  $1 \text{ дБ} < |\Delta_K^{f_i}| \leq 2 \text{ дБ}$ , то результат поверки считать положительным и антенне приписать новое значение  $K_0^{f_i}$ .

9.2.11 Если для антенны из поверяемого комплекта EMCО 3121D значения погрешности на частоте  $f_i$   $|\Delta_K^{f_i}| > 2 \text{ дБ}$ , то результат поверки считать отрицательным.

## 10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 При положительных результатах поверок по пунктам разделов 7 – 9, комплект EMCО 3121D признаётся пригодным к применению (подтверждено соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и обязательным требованиям к рабочему эталону 2-го разряда, приведенным в ГОСТ Р 8.805-2012 и приложении А к нему).

10.2 При отрицательных результатах поверок по пунктам разделов 7 – 9, комплект EMCО 3121D признаётся непригодным к применению (соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и обязательным требованиям к рабочему эталону 2-го разряда, приведенным в ГОСТ Р 8.805-2012 и приложении А к нему, не подтверждено).

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Положительные результаты поверки оформляются протоколом, подтверждающим соответствие комплект EMCО 3121D, заводской № 00165857, обязательным требованиям к рабочему эталону 2-го разряда по ГОСТ Р 8.805-2012.

При проведение поверки комплекта EMCО 3121D, заводской № 00165857, с неполным составом антенн соответствующая запись должна быть сделана в протоколе поверки, эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке.

11.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

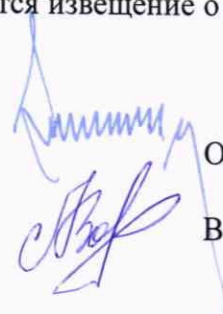
11.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца комплекта ЕМСО 3121D, заводской № 00165857, или лица, предъявившего ее на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) в руководство по эксплуатации вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

Знак поверки наносить в виде наклейки или оттиска клейма поверителя на свидетельство о поверке.

11.4 Комплект ЕМСО 3121D, заводской № 00165857, имеющий отрицательные результаты поверки в обращение не допускается и на нее выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Старший научный сотрудник НИО-2 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В. Каминский

В.И. Лукьянов