

УТВЕРЖДАЮ  
Первый заместитель генерального  
директора - заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

«06» 03 2020 г.

**Антенны измерительные логопериодические  
ETS Lindgren EMCO 3147**

**Методика поверки  
ETS 3147-2020 МП**

р.п. Менделеево  
2020 г.

**Содержание**

1 Вводная часть	3
2 Операции поверки	3
3 Средства поверки	3
4 Требования к квалификации поверителей	4
5 Требования безопасности	4
6 Условия поверки	4
7 Подготовка к проведению поверки	4
8 Проведение поверки	5
9 Оформление результатов поверки	9

## 1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее — МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок антенн измерительных логопериодических ETS Lindgren EMC0 3147, заводские №№ 00027222, 00027223 (далее — антенны 3147), изготовленных фирмой «An ESCO Technologies Company ETS-LINDGREN», США.

1.2 Первичной поверке подлежат антенны 3147 до ввода их в эксплуатацию и выходящие из ремонта.

Периодической поверке подлежат антенны 3147, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 Интервал между поверками 2 (два) года.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки антенн 3147 должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	+	+
Опробование	8.2	+	+
Определение КСВН входа	8.3	+	+
Определение коэффициента калибровки	8.4	+	—
Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки	8.5	—	+

2.2 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки антенн 3147 должны применяться средства поверки, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2

Пункт МП	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
8.2, 8.4, 8.5	Рабочий эталон единицы коэффициента калибровки измерительных электрических антенн 2 разряда РЭИА-1, диапазон частот от 26 до 1000 МГц: диапазон измерений коэффициента калибровки от 0 до 50 дБ ( $1 \text{ м}^{-1}$ ), пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента калибровки $\pm 1,0$ дБ ( $1 \text{ м}^{-1}$ )
8.4, 8.5	Рабочий эталон единицы коэффициента усиления измерительных антенн РЭИА-2, диапазон частот от 0,3 до 40 ГГц: диапазон измерений коэффициента усиления от 0 до 28 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности определения коэффициента усиления $\pm 0,5$ дБ



## Продолжение таблицы 2

Пункт МП	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
8.4, 8.5	Приемник измерительный ESPI3: диапазон частот от 9 кГц до 3 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений среднего квадратического значения напряжения $\pm 0,7$ дБ
8.3	Анализатор электрических цепей векторный ZVA 24, диапазон частот от 10 до 24000 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $ S_{11} $ и $ S_{22} $ в диапазоне частот от 50 до 24000 МГц при значениях $ S_{11} $ и $ S_{22} $ от 10 до минус 15 дБ $\pm(0,4 - 0,6)$ дБ
8.4	Рулетка измерительная металлическая BMI two COMP 5 m, класс точности 2, рег.№ 68600-17

3.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых антенн с требуемой точностью.

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

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

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

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документами «Антенна измерительная логопериодическая ETS Lindgren EMCO 3147. Руководство по эксплуатации ETS 3147.00027222 РЭ» для антенны 3147, зав №, 00027222, или с документом «Антенна измерительная логопериодическая ETS Lindgren EMCO 3147. Руководство по эксплуатации ETS 3147.00027223 РЭ» для антенны 3147, зав №, 00027223, (далее – ETS 3147 РЭ)

#### 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 ETS 3147 РЭ и в руководствах по эксплуатации на средства поверки.

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

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

#### 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 630 до 800 мм рт. ст.

#### 7 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

7.1 Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в ETS 3147 РЭ и в руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра антенны 3147 проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку согласно эксплуатационной документации (далее – ЭД);
- чистоту и целостность ВЧ разъема;
- отсутствие видимых механических повреждений на составных частях поверяемой антенны 3147;
- состояние лакокрасочных покрытий;
- прочность крепления элементов конструкции поверяемой антенны 3147.

8.1.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплектность, маркировка и пломбировка соответствуют документам ETS 3147.00027222 или РЭ ETS 3147.00027223 РЭ;
- высокочастотный разъем чист, отсутствуют видимые механические повреждения;
- отсутствуют видимые механические повреждения поверяемой антенны 3147;
- крепления элементов конструкции поверяемой антенны 3147 прочны;
- отсутствуют повреждения лакокрасочных покрытий.

В противном случае результат внешнего осмотра считать отрицательным и последующие операции поверки не проводить.

### 8.2 Опробование

8.2.1 Установить поверяемую антенну 3147 на штатив (треногу).

8.2.2 Проверить исправность соединительного высокочастотного разъема. Для этого подсоединить высокочастотный кабель из состава рабочего эталона единицы коэффициента калибровки измерительных электрических антенн 2 разряда РЭИА-1 (далее – РЭИА-1) на вход антенны.

8.2.3 Сориентировать антенну 3147 по высоте. Для этого ослабить фиксирующие болты на штативе (треноге), поднять антенну 3147 на необходимую высоту, затянуть болты.

8.2.4 Результат опробования считать положительным, если:

- высокочастотный кабель из состава РЭИА-1 присоединяется к входному высокочастотному разъему антенны 3147;
- антенна 3147 плавно вращается по азимуту в пределах от 0 до 360°;
- имеется возможность ориентировать антенну 3147 по высоте.

В противном случае результат опробования считать отрицательным и последующие операции поверки не проводить.

### 8.3 Определение КСВН выхода

8.3.1 Определение КСВН выхода поверяемой антенны 3147 проводить с применением анализатора электрических цепей векторного ZVA 24 (далее – ZVA) в соответствии с руководством по его эксплуатации.

8.3.2 Измерения проводить в режиме панорамного обзора на частотах  $f_i$ : от 200 до 1000 МГц включительно с шагом 100 МГц; 1200, 1500, 1700, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000 МГц.

При измерении КСВН поверяемую антенну 3147 сориентировать в сторону, свободную от отражающих предметов и на удалении от них не менее 3 м.

8.3.3 Подключить поверяемую антенну ETS 3147 с помощью кабеля из состава РЭИА-1 (РЭИА-2) к ZVA.

8.3.4 Выполнить измерения КСВН –  $K_{cmT}^{f_i}$ , где  $f_i$  – частота измерений.

Результат измерений зафиксировать в рабочем журнале.

8.3.5 Результаты испытаний считать положительными, если значения  $K_{cmT}^{f_i}$  не более 2,0.

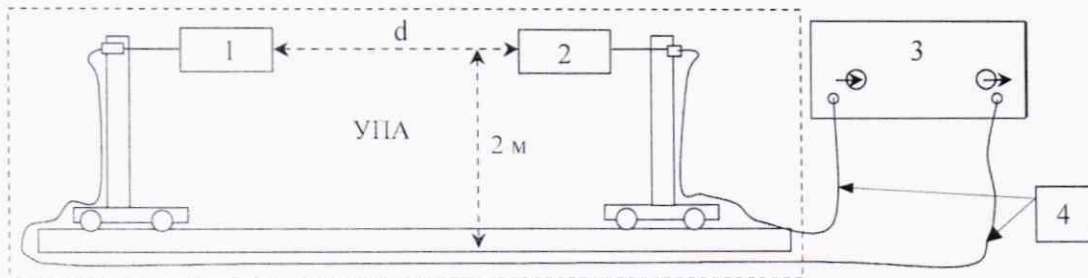
В противном случае результаты поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.



## 8.4 Определение коэффициента калибровки

8.4.1 Коэффициент калибровки  $K_d$  поверяемой антенны 3147 определять на частотах  $f_i$ : от 200 до 1000 МГц включительно с шагом 100 МГц; 1200, 1500, 1700, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000 МГц.

8.4.2 Для проведения измерений на частотах  $f_i$ : от 200 до 2000 МГц с включительно с шагом 100 МГц собрать схему измерений, приведенную на рисунке 1.



УПА – установка перемещения антенн;

1 – излучатель;

2 – измерительная антенна (эталонные антенны из состава РЭИА-1, или РЭИА-2, или поверяемая антенна 3147);

3 – измерительный приемник ESPI3 с трекинг-генератором из состава РЭИА-1;

4 – соединительные кабели из состава РЭИА-1.

Рисунок 1

8.4.3 В качестве излучателя использовать антенны из состава РЭИА-1, РЭИА-2. Излучатель устанавливать в горизонтальной поляризации и ориентировать таким образом, чтобы направление распространения электромагнитной волны было параллельно оси УПА и направлено вдоль УПА.

8.4.4 В качестве измерительной антенны использовать эталонные антенны из состава РЭИА-1, РЭИА-2 или поверяемую антенну 3147.

Эталонную антенну устанавливать от излучателя на расстоянии  $d = 3$  м.

Поверяемую антенну 3147 устанавливать:

– на частоте 200 МГц так, чтобы вибраторы, работающие на данной частоте, находились на расстоянии  $d = 3,8$  м от излучателя;

– на остальных частотах так, чтобы расстояние между «носиком» поверяемой антенны 3147 и излучателем было  $d = 3$  м.

Расстояние  $d$  контролировать с помощью рулетки измерительной.

8.4.5 Все измерения проводить при одном значении выходной мощности трекинг-генератора измерительного приемника ESPI3 – 0 дБ (1 мВт).

8.4.6 Установить на измерительном приемнике ESPI3 частоту измерения  $f_i$  в соответствии с п. 8.4.1.

8.4.7 Подключить излучатель к выходу трекинг-генератора измерительного приемника ESPI3 кабелем из состава РЭИА-1.

8.4.8 В соответствии с установленной частотой  $f_i$  выбрать эталонную антенну (таблица 4). Подключить эталонную антенну к входу измерительного приемника ESPI3.

8.4.9 Перевести трекинг-генератор измерительного приемника ESPI3 в состояние «ВКЛЮЧЕН». По показаниям дисплея произвести отчет среднего квадратического значения напряжения  $U_{\text{ср}}$ , в дБ (1 мкВ), на выходе эталонной антенны. Зафиксировать результат в рабочем журнале.

Установить трекинг-генератор в состояние «ВЫКЛЮЧЕН».

Таблица 4 – Эталонные антенны

$f_i$ , МГц	Тип эталонной антенны	$f_i$ , МГц	Тип эталонной антенны
30	АДЭ-1	1000	ЛПА 2-01
50		1100	
70		1200	
100		1300	
200		1400	
300	ЛПА 2-01	1500	
400		1600	
500		1700	
600		1800	
700		1900	
800		2000	
900		—	

8.4.10 Заменить эталонную антенну на УПА поверяемой антенной 3147 и подключить ее к входу измерительного приемника ESPI3 тем же кабелем, что и подключалась эталонная антенна.

Перевести трекинг-генератор измерительного приемника ESPI3 в состояние «ВКЛЮЧЕН». По показаниям дисплея произвести отсчет среднего квадратического значения напряжения  $U_A^{f_i}$ , в дБ (1 мкВ) на выходе поверяемой антенны 3147. Зафиксировать результат в рабочем журнале.

8.4.11 Повторить п.п. 8.4.6 – 8.4.10 для всех частот  $f_i$ , приведенных в п. 8.4.1.

8.4.12 Вычислить (для всех  $f_i$ ) значение коэффициента калибровки поверяемой антенны 3147  $K_A^{f_i}$ , в дБ ( $1 \text{ м}^{-1}$ ), по формуле (1):

$$K_A^{f_i} = K_{\text{Э}}^{f_i} + U_{\text{Э}}^{f_i} - U_A^{f_i}, \quad (1)$$

где  $K_{\text{Э}}^{f_i}$ , дБ ( $1 \text{ м}^{-1}$ ) – значения коэффициента калибровки эталонной антенны;

$U_{\text{Э}}^{f_i}$ , дБ (1 мкВ) – напряжение, измеренное на выходе эталонной антенны в п. 8.4.9;

$U_A^{f_i}$ , дБ (1 мкВ) – напряжение, измеренное на выходе поверяемой антенны 3147 в п. 8.4.10.

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

8.4.13 Измерения для определения коэффициента калибровки поверяемой антенны 3147 на частотах от 2000 до 5000 МГц включительно, проводить в безэховой камере БЭК-1 рабочего эталона единицы коэффициента усиления измерительных антенн РЭИА-2 (далее – РЭИА-2).

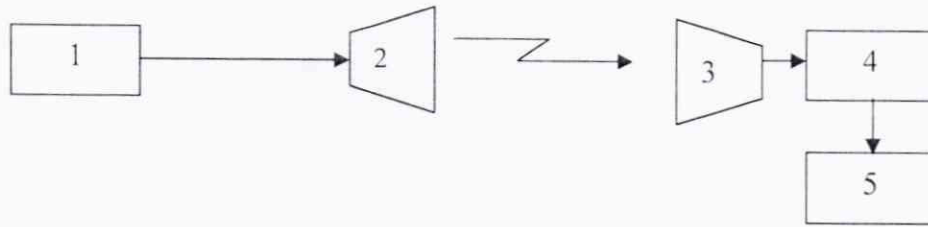
8.4.14 Для определения коэффициентов калибровки использовать РЭИА-2.

8.4.15 Измерения проводить на частотах  $f_i$ : свыше 2000 до 5000 МГц с шагом 500 МГц.

8.4.16 Для проведения измерений собрать схему измерений, приведенную на рисунке 2.

8.4.17 В качестве излучателя использовать антенны из состава РЭИА-2. Излучатель устанавливать в горизонтальной поляризации и ориентировать таким образом, чтобы направление распространения электромагнитной волны было параллельно оси устройства передвижения антенн из состава РЭИА-2 (далее – УПА) и направлено вдоль УПА.





- 1 – генератор сигналов E8257D из состава РЭИА-2;  
 2 – излучатель из состава РЭИА-2;  
 3 – поверяемая антенна 3147;  
 4 – преобразователь измерительный NRP-Z55 из состава РЭИА-2;  
 5 – блок измерительный NRP из состава РЭИА-2

Рисунок 2

8.4.18 Все измерения проводить при одном значении выходной мощности генератора сигналов E8257D – 18 дБ(1 мВт).

8.4.19 Подключить излучатель к выходному разъему генератора сигналов E8257D.

8.4.20 Поверяемую антенну 3147 устанавливать на штатив (треногу) так, чтобы ее апертура была на расстоянии 500 см от апертуры излучателя.

Подключить кабелем из состава РЭИА-2 преобразователь измерительный NRP-Z55 РЭИА-2 к поверяемой антенне 3147.

5.4.21 Установить на генераторе сигналов E8257D частоту измерений  $f_i$  в соответствии с п. 8.4.15.

Подать с генератора сигналов E8257D СВЧ мощность. Добиться с помощью устройства поворотного максимального значения выходного сигнала с поверяемой антенны 3147 по показаниям дисплея на блоке измерительном NRP.

Произвести отсчет  $P_A^{f_i}$ , в мВт, на выходе антенны 3147. Зафиксировать результат отсчета в рабочем журнале.

Выключить СВЧ мощность на генераторе сигналов E8257D.

8.4.22 Выполнить пункт п. 8.4.21, устанавливая на генераторе сигналов E8257D последовательно значения частот  $f_i$ , приведенных в п. 8.4.15.

8.4.23 Вычислить (для всех  $f_i$ ) значение коэффициента калибровки поверяемой антенны 3147  $K_A^{f_i}$ , в дБ ( $1 \text{ м}^{-1}$ ), по формуле (2):

$$K_A^{f_i} = 20 \cdot \lg(f_i) - 10 \cdot \lg\left(\frac{4 \cdot \pi}{\lambda_i^2} \cdot K_n^{f_i} \cdot P_A^{f_i}\right) - 29,79, \quad (2)$$

где  $K_n^{f_i}$  – значения коэффициента калибровки, в  $\text{см}^2 \cdot \text{мВт}^{-1}$ , на частоте  $f_i$ , приведенные в документе ПрС № 0088;

$f_i$  – частота, установленная на генераторе сигналов в МГц;

$\lambda_i$  – длина волны, в см, соответствующая  $f_i$ , на которой проводились измерения;

$P_A^{f_i}$  – результат отсчета в мВт, полученный в п. 8.4.21.

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

8.4.24 Результат поверки считать положительным, если в диапазоне частот от 200 до 5000 МГц значения коэффициента калибровки  $K_A$  поверяемой антенны 3147 находятся в пределах от 8 до 48 дБ ( $1 \text{ м}^{-1}$ ).

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

8.4.25 При **первичной поверке** полученные значения  $K_A$  зафиксировать в таблице 3 раздела 14 «Поверка» ETS 3147.00027222 РЭ или ETS 3147.00027223 РЭ.



### 8.5 Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки

8.5.1 Для определения абсолютной погрешности коэффициента калибровки в диапазоне частот от 200 до 5000 МГц выполнить операции п. 8.4 настоящей МП. Результаты измерений и вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

8.5.2 Рассчитать абсолютную погрешность коэффициента калибровки,  $\Delta_A$ , в дБ ( $m^{-1}$ ), по формуле (3):

$$\Delta_A = K_A - K_{АП}, \quad (3)$$

где  $K_A$  – значение коэффициента калибровки в дБ ( $m^{-1}$ ), полученное при периодической поверке поверяемой антенны 3147.

$K_{АП}$  – значения калибровочного коэффициента поверяемой антенны 3147, в дБ ( $m^{-1}$ ), приведенные в таблице 3 раздела 14 «Поверка» ETS 3147.00027222 РЭ или ETS 3147.00027223 РЭ

8.5.3 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения  $\Delta_A$  находятся в пределах  $\pm 2,0$  дБ ( $m^{-1}$ ).

В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

### 9 ФОРМЛИЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Антенна 3147, признается годной, если все результаты операций поверки положительные.

9.2 На антенну 3147, признанную годной, выдается свидетельство о поверке по установленной форме.

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

9.3 При отрицательных результатах поверки антенна 3147 к применению не допускается и на нее выдается извещение о непригодности с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник отдела 10 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Научный сотрудник лаборатории 132 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

 О.В.Каминский

 Д.Е. Николаев

 С.Л. Неустроев