

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



[Signature]
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 EMCO 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 м^{-1}), пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента калибровки $\pm 1,0 \text{ дБ}$ (1 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 $\pm 0,5 \text{ дБ}$

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 ВМI 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 – $K_{cmf}^{f_i}$, где f_i – частота измерений.

Результат измерений зафиксировать в рабочем журнале.

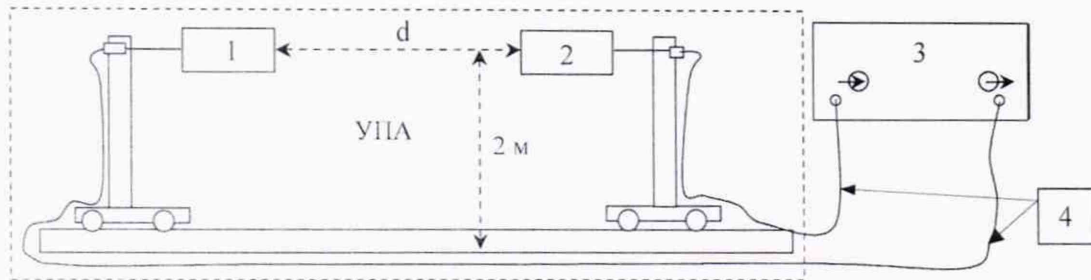
8.3.5 Результаты испытаний считать положительными, если значения $K_{cmf}^{f_i}$ не более 2,0.

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 ESPIЗ 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 ESPIЗ – 0 дБ (1 мВт).

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

8.4.7 Подключить излучатель к выходу трекинг-генератора измерительного приемника ESPIЗ 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 ESPIЗ.

8.4.9 Перевести трекинг-генератор измерительного приемника ESPIЗ 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 ESPIЗ тем же кабелем, что и подключалась эталонная антенна.

Перевести трекинг-генератор измерительного приемника ESPIЗ 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 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 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.

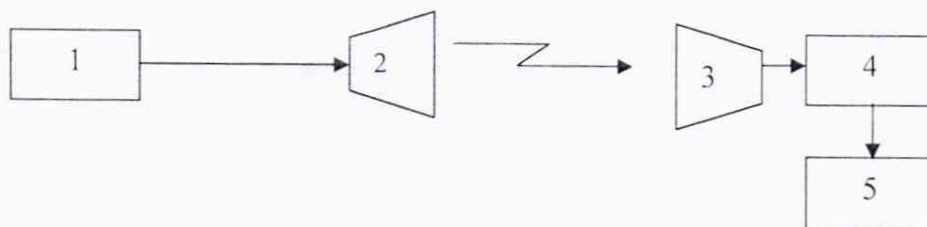
8.4.13 Измерения для определения коэффициента калибровки поверяемой антенны 3147 на частотах от 2000 до 5000 МГц включительно, проводить в безэховой камере БЭК-1 рабочего эталона единицы коэффициента усиления измерительных антенн РЭИА-2 (далее – РЭИА-2).

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 отчета 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 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;

λ_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 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, Δ_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 Δ_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.

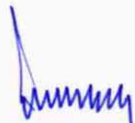


Знак поверки наносить в виде наклейки или оттиска клейма поверителя на свидетельство о поверке.

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