

**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «13» октября 2023 г. № 2170

Регистрационный № 90161-23

Лист № 1  
Всего листов 14

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Комплекс измерительный БЭК ТУ**

**Назначение средства измерений**

Комплекс измерительный БЭК ТУ (далее – комплекс) предназначен для измерений рассеивающих свойств объектов и радиотехнических характеристик антенн.

**Описание средства измерений**

Принцип действия комплекса в режиме измерений рассеивающих свойств объектов основан на измерениях и обработке частотных зависимостей комплексных коэффициентов передачи между вспомогательными приёмной и передающей антеннами или отражения от входа приёмно-передающей антенны при размещении в рабочей зоне объекта измерений. В процессе измерений объект устанавливается на устройство опорно-поворотное (далее – ОПУ) с тумбой радиопрозрачной многосекционной, поворачивающее его на заданную ориентацию относительно приёмно-передающих антенн. Для привязки измеряемых значений коэффициентов передачи и отражения к шкале единицы эффективной площади рассеяния (далее – ЭПР) используются меры ЭПР в форме цилиндров и двугранных уголкового отражателей.

Принцип действия комплекса в режиме измерений радиотехнических характеристик антенн основан на измерениях и обработке частотных зависимостей комплексных коэффициентов передачи между вспомогательной и измеряемой антеннами. В процессе измерений измеряемая антенна устанавливается с помощью ОПУ с тумбой радиопрозрачной многосекционной, поворачивающее его на заданную ориентацию относительно вспомогательной антенны. Для привязки измеряемых значений коэффициентов передачи к шкале коэффициента усиления (далее – КУ) используются измерительные антенны с нормированным значением КУ.

Функционально и конструктивно комплекс состоит из следующих элементов:

- безэховой камеры (далее - БК), предназначенной для поглощения электромагнитных волн с целью имитации при измерениях условий свободного пространства;
- комплекта средств измерений в составе анализаторов цепей векторных (ВАЦ) S1220, S2220 и N5224B, осуществляющих измерения комплексных коэффициентов передачи и отражения, а также дальномера лазерного Leica Disto D510 для измерения расстояний между объектами;
- комплекта средств калибровки для градуировки измерительных каналов комплекса в единице ЭПР при измерениях рассеивающих свойств объектов с использованием мер ЭПР, в единице коэффициента усиления антенн при измерениях радиотехнических характеристик антенн с использованием измерительных антенн;
- комплекта вспомогательных антенн, предназначенного для излучения электромагнитных полей в рабочую зону комплекса, а также их приёма;
- стойки монтажной, используемой для одновременной установки нескольких вспомогательных антенн, а также всех ВАЦ в непосредственной близости от вспомогательных антенн;

- устройства опорно-поворотного с тумбой радиопрозрачной многосекционной, обеспечивающего вращение объекта испытаний в заданном диапазоне углов азимута;
- радиочастотного тракта, используемого для подключения антенн к ВАЦ;
- системы управления, включающей станцию управляющую и станцию вычислительную, осуществляющие управление элементами комплекса и обработку результатов измерений.

Управление работой БЭК ТУ, регистрация результатов измерений и их первичная обработка осуществляется при помощи управляющей ПЭВМ с установленным специализированным ПО «Программное обеспечение для управления и обработки данных».

Заводской № 43-2019-01, идентифицирующий данный комплекс, указывается на самоклеящейся этикетке, размещенной на лицевой панели приборной стойки, в формате цифрового обозначения (приведен на рисунке 12).

Общий вид БЭК ТУ приведен на рисунках 1 – 7.

Место нанесения знака утверждения типа и место нанесения знака поверки приведены на рисунке 12.

Общий вид составных частей комплекса приведен на рисунках 1 – 9.

Схема пломбировки от несанкционированного доступа представлена на рисунке 6.

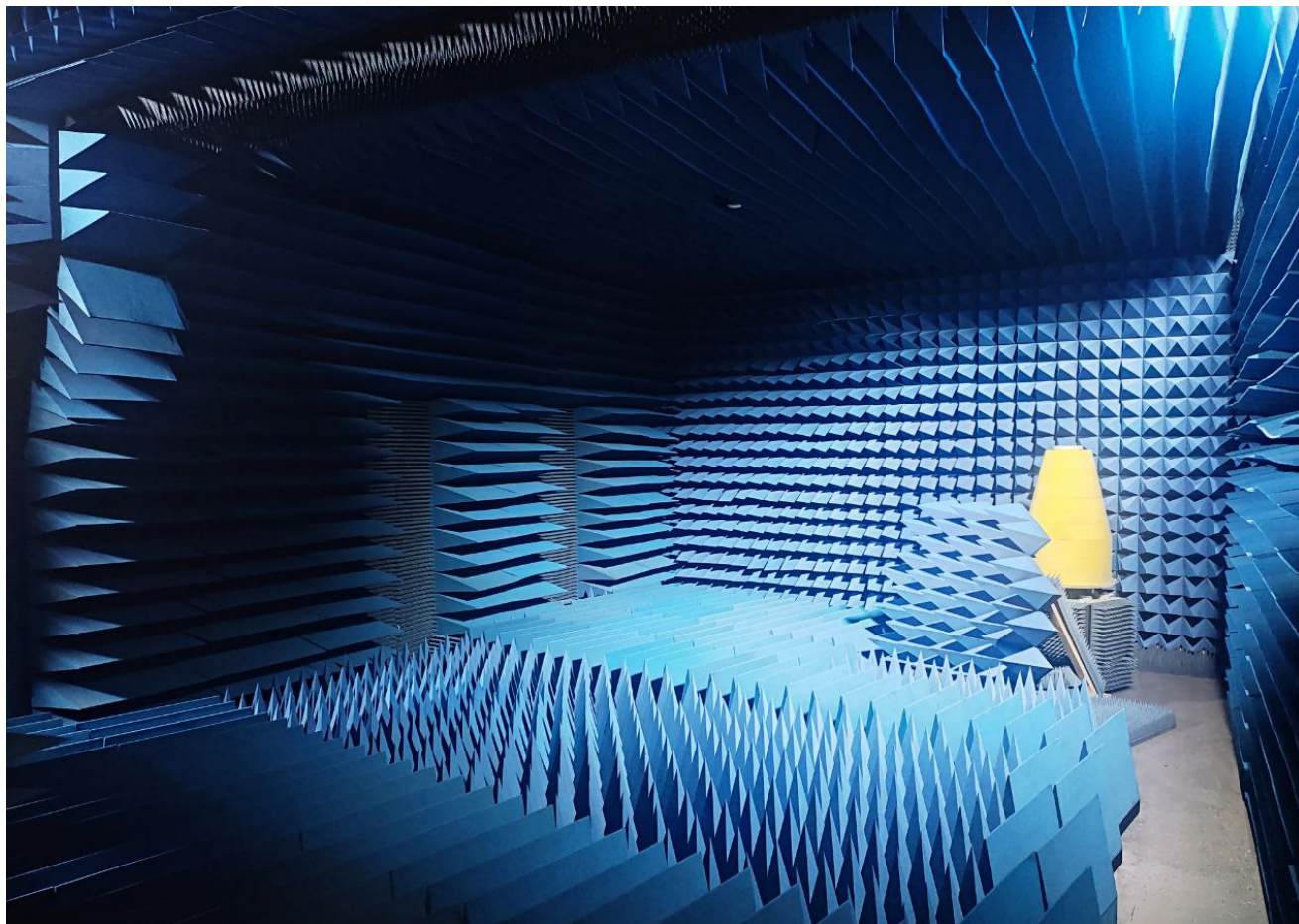


Рисунок 1 – Общий вид на БЭК со стороны стойки монтажной



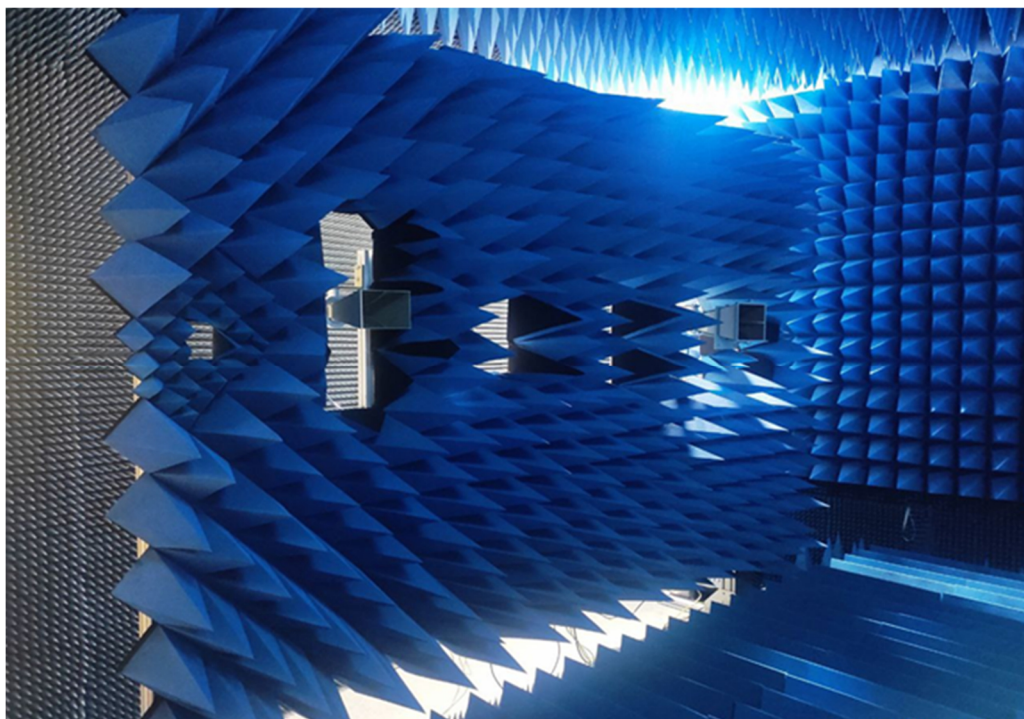


Рисунок 2 – Общий вид стойки монтажной (внешняя сторона)



Рисунок 3 – Общий вид стойки монтажной (внутренняя сторона)



Рисунок 4 – Общий вид ВАЦ C1220, C2220 и N5224B (сверху вниз, соответственно)





Рисунок 5 – Общий вид ОПУ с тумбой радиопрозрачной многосекционной за поглощающим экраном



Рисунок 6 – Задняя панель ВАЦ N5224В с указанием места пломбирования от несанкционированного доступа

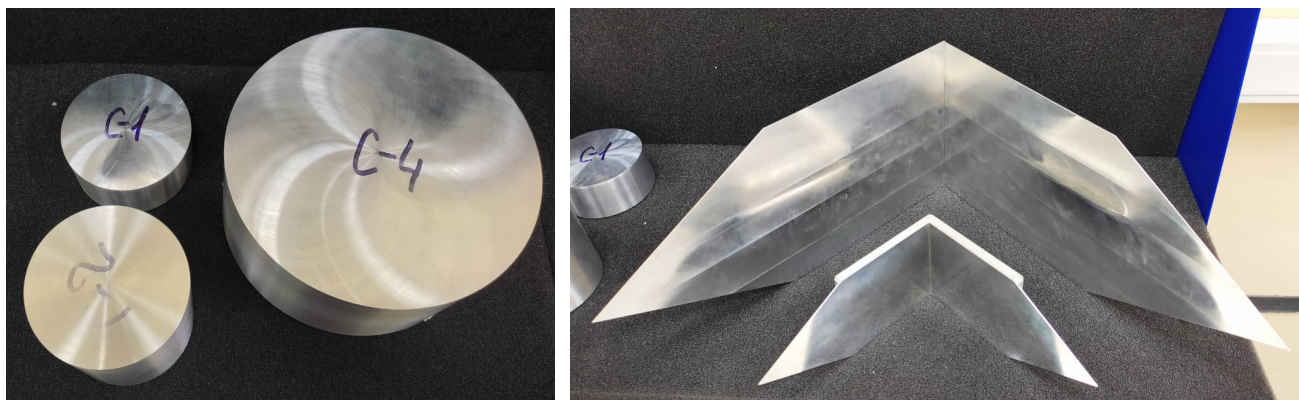


Рисунок 7 – Общий вид отражателей эталонных Цилиндр 100, Цилиндр 200, Цилиндр 400, Отражатель уголкового 100, Отражатель уголкового 200

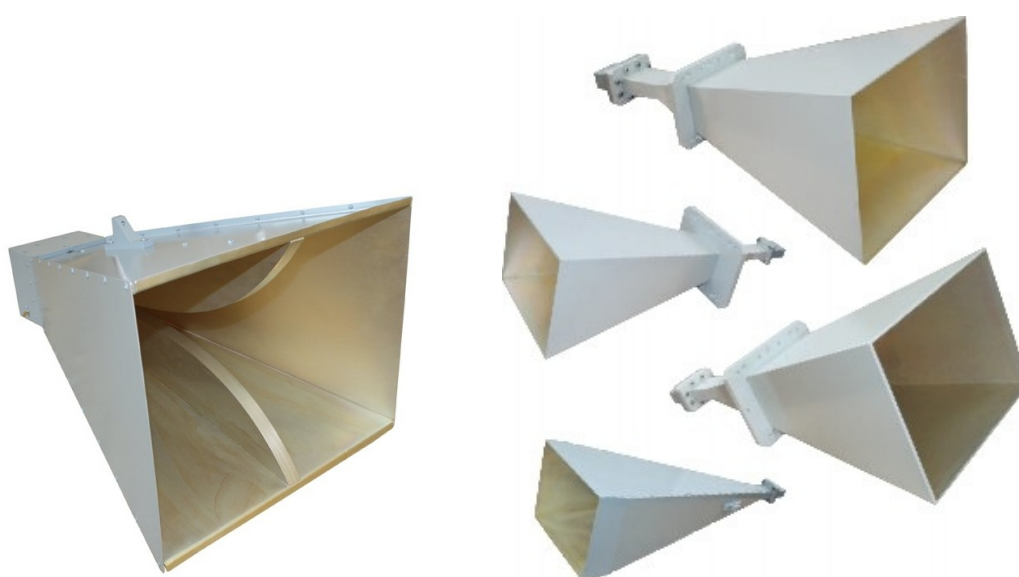


Рисунок 8 – Общий вид эталонных антенн П6-421 (слева) и П1-139/х (справа)

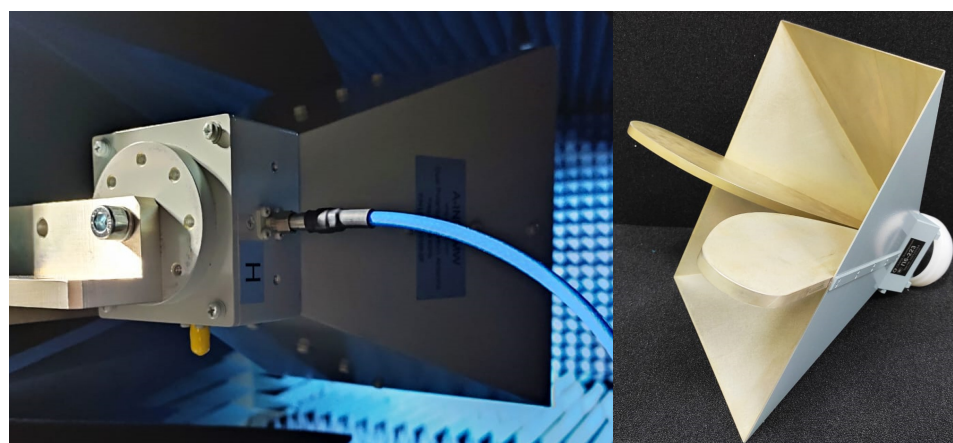


Рисунок 9 – Общий вид вспомогательных антенн LB-SJ-10100-SF (слева) и П6-223 (справа)

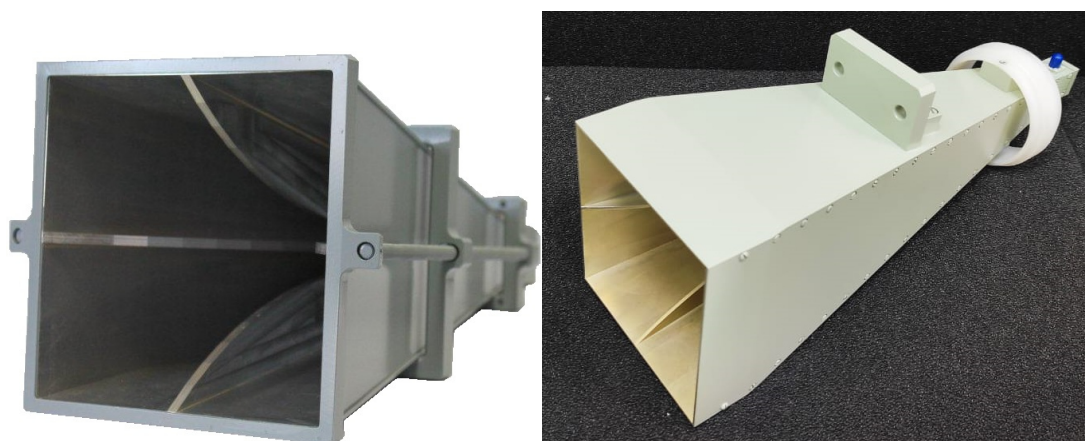


Рисунок 10 – Общий вид вспомогательных антенн П6-125 (слева) и П6-129 (справа)



Рисунок 11 – Общий вид системы управления



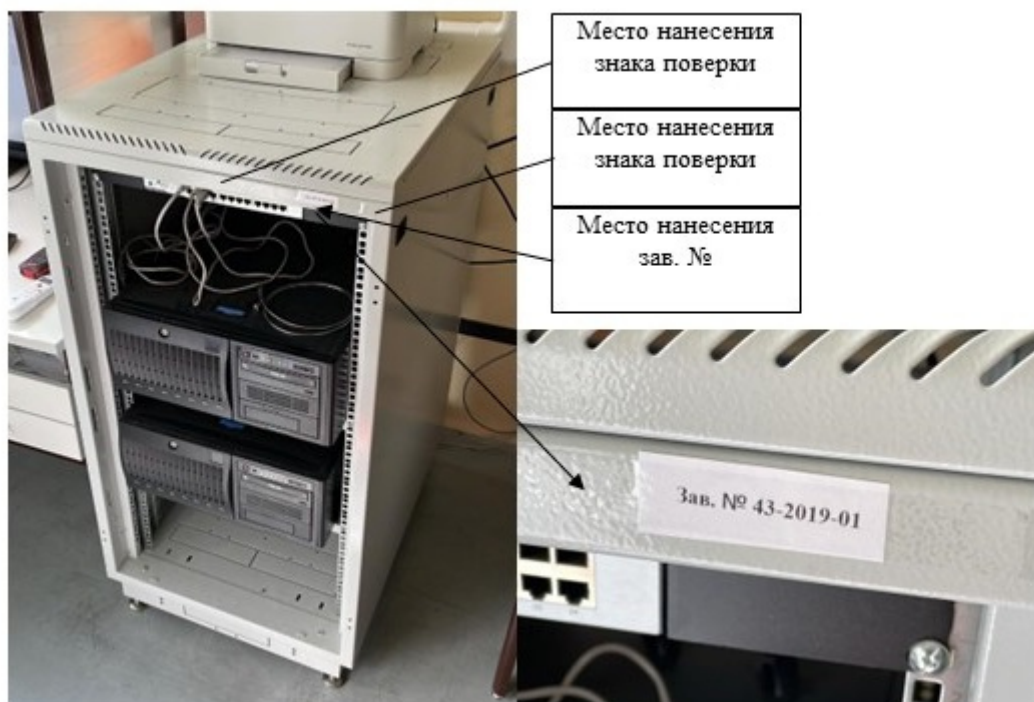


Рисунок 12 – Стойка приборная

### Программное обеспечение

ПО комплекса осуществляет:

- управление элементами комплекса в процессе измерений;
- сбор данных, обработку результатов измерений и получение значений характеристик рассеяния объектов или радиотехнических характеристик антенн;
- визуализацию и регистрацию характеристик рассеяния объектов или радиотехнических характеристик антенн;
- хранение результатов измерений характеристик рассеяния объектов и радиотехнических характеристик антенн.

Метрологически значимая часть ПО комплекса представляет собой ПО «Программное обеспечение для управления и обработки данных».

Уровень защиты программного обеспечения «низкий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ВК_TU.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.1
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) по алгоритму MD5	-



## Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 1 до 40
Динамический диапазон измерений ЭПР <sup>1)</sup> объектов (для объектов с максимальной ЭПР не менее 10 м <sup>2</sup> ), дБ, не менее	50
Остаточная ЭПР безэховой камеры за цикл измерений в диапазоне частот <sup>1)</sup> , м <sup>2</sup> , не более от 1 до 2 ГГц включ. св. 2 до 40 ГГц	10 <sup>-4</sup> 10 <sup>-5</sup>
Пределы допускаемой относительной погрешности ЭПР мер, дБ	±0,15
Доверительные границы относительной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений ЭПР <sup>3)</sup> объектов в максимумах диаграммы обратного рассеяния (далее - ДОР), дБ, в диапазоне частот на согласованной поляризации от 1 до 2 ГГц включ. св. 2 до 4 ГГц включ. св. 4 до 8 ГГц включ. св. 8 до 18 ГГц включ. св. 18 до 40 ГГц на кроссполяризации от 1 до 2 ГГц включ. св. 2 до 4 ГГц включ. св. 4 до 8 ГГц включ. св. 8 до 18 ГГц включ. св. 18 до 40 ГГц	±1,6 ±1,3 ±1,0 ±1,3 ±1,0 ±2,6 ±2,3 ±2,0 ±2,3 ±2,0
Доверительные границы относительной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней ДОР объектов R <sup>3)</sup> (при значении ЭПР в максимуме ДОР 1 м <sup>2</sup> ) в диапазоне частот, дБ: на согласованной поляризации от 1 до 2 ГГц не включ. от 2 до 4 ГГц не включ. от 4 до 8,2 ГГц включ. св. 8,2 ГГц на кроссполяризации от 1 до 2 ГГц не включ. от 2 до 4 ГГц не включ. от 4 до 8,2 ГГц включ. св. 8,2 ГГц	± [0,4 - 0,1R] ± [0,3 - 0,09R] ± [0,2 - 0,08R] ± [0,1 - 0,08R] ± [0,6 - 0,12R] ± [0,5 - 0,12R] ± [0,5 - 0,1R] ± [0,4 - 0,1R]
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений ЭПР локальных центров рассеяния <sup>4)</sup> объектов, дБ	±3,0
Минимальная разрешающая способность синтезируемых радиолокационных изображений <sup>5)</sup> , не более (где λ – длина волны на центральной частоте измерений, мм)	2λ
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения продольной и поперечной относительных координат локальных центров рассеяния <sup>5)</sup> , мм	± 50

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
<p>Диапазон измерений уровней амплитудных диаграмм направленности антенн в диапазоне частот, дБ</p> <p>от 1 до 2 ГГц (при КУ в максимуме ДН не менее 0 дБ)</p> <p>от 2 до 3,95 ГГц (при КУ в максимуме ДН не менее 5 дБ)</p> <p>от 3,95 до 8,2 ГГц (при КУ в максимуме ДН не менее 10 дБ)</p> <p>св. 8,2 ГГц (при КУ в максимуме ДН не менее 15 дБ)</p>	<p>от 0 до -30</p> <p>от 0 до -35</p> <p>от 0 до -40</p> <p>от 0 до -50</p>
<p>Доверительные границы относительной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней амплитудных диаграмм направленности антенн <math>D^3</math>) в диапазоне частот, дБ:</p> <p>от 1 до 2 ГГц не включ.</p> <p>от 2 до 3,95 ГГц не включ.</p> <p>от 3,95 до 8,2 ГГц включ.</p> <p>св. 8,2 ГГц</p>	<p><math>\pm [0,3 - 0,1D]</math></p> <p><math>\pm [0,2 - 0,09D]</math></p> <p><math>\pm [0,1 - 0,08D]</math></p> <p><math>\pm [0,1 - 0,07D]</math></p>
<p>Доверительные границы относительной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений коэффициента усиления антенн в диапазоне частот, дБ</p> <p>от 1 до 3,95 ГГц включ.</p> <p>св. 3,95 ГГц</p>	<p><math>\pm 1,7</math></p> <p><math>\pm 0,7</math></p>
<p>Диапазон установки углов поворота ОПУ, °</p>	<p><math>\pm 180</math></p>
<p>Доверительные границы абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) установки приращения угла поворота ОПУ, °</p>	<p><math>\pm 0,08</math></p>
<p>Примечания:</p> <p>1) При эффективной ширине пространственного строга в рабочей зоне не более 1 м</p> <p>2) Здесь и далее: «градус» – обозначается «градус единицы плоского угла»</p> <p>3) R и D выражены в децибелах относительно максимального значения диаграммы</p> <p>4) Для измеряемой ЭПР не менее <math>10^{-2} \text{ м}^2</math></p> <p>5) При полосе частот не менее 3 ГГц и угловом секторе не менее <math>90^\circ</math></p>	

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование параметра	Значение
<p>Габаритные размеры безэховой камеры (длина × ширина × высота), м, не более:</p> <p>- длина</p> <p>- ширина</p> <p>- высота</p>	<p>9,2</p> <p>5,6</p> <p>3,5</p>
<p>Напряжение сети электропитания переменного тока, В</p>	<p>от 207 до 253</p>
<p>Частота сети электропитания переменного тока, Гц</p>	<p>от 49 до 51</p>
<p>Рабочие условия применения:</p> <p>- температура окружающего воздуха, °С</p> <p>- относительная влажность воздуха при температуре + 20 °С, %</p> <p>- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)</p>	<p>от +15 до +25</p> <p>от 30 до 80</p> <p>от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800)</p>

### Знак утверждения типа

наносится на приборную стойку системы управления в виде наклейки и титульный лист документа «Комплекс измерительный БЭК ТУ» типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность комплекса

Наименование	Обозначение	Количество, шт./экз.
Комплекс измерительный, в составе:	БЭК ТУ	
Безэховая камера в составе:		1
Комплект радиопоглощающих материалов		1
Стол лабораторный		2
Верстак		1
Шкаф лабораторный		2
Шкаф одёжный		1
Система установки антенн и объектов		1
Устройство опорно-поворотное	КНПР.304137.002	1
Стойка монтажная		1
Тумба радиопрозрачная многосекционная		1
Система управления в составе:		1
Станция управляющая		1
Станция вычислительная		1
Коммутатор сетевой		1
Источник бесперебойного питания		1
Стойка приборная		1
Комплект средств измерений в составе:		1
Анализатор цепей векторный	N5224B	1
Анализатор цепей векторный	C2220	1
Анализатор цепей векторный	C1220	1
Дальномер лазерный	Leica D510	1
Комплект вспомогательных антенн в составе:		1
Антенна измерительная двухканальная	LB-SJ-10100-SF	1
Антенна широкополосная измерительная рупорная	П6-223	2
Антенна широкополосная измерительная двухканальная	П6-125	1
Антенна широкополосная измерительная рупорная	П6-127М	2
Антенна широкополосная измерительная двухканальная	П6-129	1
Антенная система двухканальная рупорная измерительная	П6-137М	1
Антенная система двухканальная рупорная измерительная	П6-136М	1
Антенна измерительная пирамидальная рупорная	П6-139/5	1
Антенна измерительная пирамидальная рупорная	П6-139/6	1



Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Количество, шт./экз.
Комплект средств калибровки в составе:		
Антенна широкополосная измерительная рупорная	П6-421	1
Рабочий эталон для поверки измерительных антенн	П1-139/1	1
Рабочий эталон для поверки измерительных антенн	П1-139/2	1
Рабочий эталон для поверки измерительных антенн	П1-139/3	1
Рабочий эталон для поверки измерительных антенн	П1-139/4	1
Рабочий эталон для поверки измерительных антенн	П1-139/5	1
Рабочий эталон для поверки измерительных антенн	П1-139/6	1
Цилиндр 100		1
Цилиндр 200		1
Цилиндр 400		1
Отражатель уголкового 100		1
Отражатель уголкового 200		1
Отражатель уголкового 300		1
Радиочастотный тракт в составе:		
Сборка кабельная	MF210CT/11SK/11 SK/1000.0	2
Сборка кабельная	MF210CT/11SK/11 SK/4000.0	2
Сборка кабельная	MF210CT/11SK/11 SK/1000.0	2
Сборка кабельная	MF210CT/11SK/11 SK/3000.0	2
Сборка кабельная	SF102EA/11SK- 258/11SK- 258/900mm	2
Сборка кабельная	SF102EA/11SK- 258/21SK- 257/500mm	1
Сборка кабельная	SF102EA/11SK- 258/21SK- 257/9000mm	1
Сборка кабельная	SF102EA/11SK- 258/11SK- 258/3000mm	1
Сборка кабельная	SF101PEA/11SK- 110/11SK- 110/2000mm	1
Сборка кабельная	SF101PEA/11SK- 110/21SK- 110/500mm	1
Сборка кабельная	SF101PEA/11SK- 110/21SK- 110/3000mm	1

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Количество, шт./экз.
Усилитель малошумящий	АС180260	2
Усилитель малошумящий	АС260400	2
Набор переходов коаксиальных		1
Паспорт		1
Руководство по эксплуатации		1

**Сведения о методиках (методах) измерений**

приведены в разделе 2 документа «Комплекс измерительный БЭК ТУ. Руководство по эксплуатации».

**Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений**

ГОСТ Р 8.851-2013 ГСИ. Государственная поверочная для средств измерений ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц.

**Правообладатель**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук (ИТПЭ РАН)

ИНН 7713020549

Юридический адрес: 125412, г. Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Дмитровский, ул. Ижорская, д. 13, стр. 6

Телефон: +7 (495) 484-23-83.

Web-сайт: [www.itae.ru](http://www.itae.ru)

E-mail: [itae@itae.ru](mailto:itae@itae.ru)

**Изготовитель**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук (ИТПЭ РАН)

ИНН 7713020549

Адрес: 125412, г. Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Дмитровский, ул. Ижорская, д. 13, стр. 6

Телефон: +7 (495) 484-23-83.

Web-сайт: [www.itae.ru](http://www.itae.ru)

E-mail: [itae@itae.ru](mailto:itae@itae.ru)

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

Адрес: 141570, Московская обл., г. Солнечногорск, рп. Менделеево, промзона ФГУП «ВНИИФТРИ»

Телефон (факс): +7 (495) 526-63-00

Web-сайт: [vniiftri.ru](http://vniiftri.ru)

E-mail: [office@vniiftri.ru](mailto:office@vniiftri.ru)

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30002-13.

