

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «24» ноября 2023 г. № 2455

Регистрационный № 90562-23

Лист № 1
Всего листов 13

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный (АИВК) для измерения радиотехнических характеристик антенн на антенном изделии в дальнем поле до 40 ГГц ЛГЕИ.442269.003

Назначение средства измерений

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный (АИВК) для измерения радиотехнических характеристик антенн на антенном изделии в дальнем поле до 40 ГГц ЛГЕИ.442269.003 (далее – комплекс) предназначен для измерений радиотехнических характеристик антенных устройств и систем.

Описание средства измерений

Принцип действия комплекса основан на измерении частотных и угловых зависимостей коэффициента передачи при подключении к измерительным портам векторного анализатора электрических цепей (далее – ВАЦ) антенных устройств, размещенных в соответствии с условием «дальней зоны».

При измерениях характеристик антенн ВАЦ устанавливается в режим измерений частотной зависимости комплексного коэффициента передачи, а его измерительные порты с помощью кабельных сборок подключаются к входам вспомогательной и исследуемой антенн. При измерениях модуля коэффициента отражения ВАЦ устанавливается в режим измерений частотной зависимости комплексного коэффициента отражения, один из измерительных портов при помощи кабельной сборки подключаются к входу вспомогательной антенны. По командам оператора, вводимым в интерфейс управления на персональный компьютер (далее – ПК), контроллер управления и ВАЦ устанавливаются в режимы для измерений в необходимых диапазонах углов и частот. Контроллер управления выдает команды четырехкоординатному опорно-поворотному устройству (далее – ОПУ), которое устанавливает исследуемую антенну в требуемые угловые положения по азимуту, элевации, поляризации и по слайдеру, трёхкоординатное поворотное устройство устанавливает вспомогательную антенну по поляризации, азимуту и углу места. ВАЦ измеряет комплексный коэффициент передачи между каналами, к которым подключены антенны. Измеренные частотные и угловые зависимости комплексного коэффициента передачи передаются в ПК для вычисления следующих характеристик:

- амплитудных диаграмм направленности (далее – АДН);
- фазовых диаграмм направленности (далее – ФДН);
- коэффициента эллиптичности (далее – КЭ) и поляризационных диаграмм (далее – ПД);
- коэффициента усиления (далее – КУ);
- модуля коэффициента отражения (далее – МКО).

Результаты измерений и вычислений представляются оператору в графическом или табличном виде.

Конструктивно комплекс состоит из:

- прецизионного четырехкоординатного позиционера РЛТГ.411722.009, предназначенного для установки и вращения испытываемой антенны по углам азимута, места и крена (поляризации), а также перемещения по слайдеру;

- прецизионного однокоординатного позиционера РЛТГ.411722.010, предназначенного вращения прецизионного четырехкоординатного позиционера РЛТГ.411722.009 по углу азимута;

- прецизионного трёхкоординатного позиционера РЛТГ.411722.008, предназначенного для установки и вращения вспомогательной антенны по углам азимута, места и крена (поляризации);

- источника бесперебойного питания ИДП-2-3/3-15-380-Д, обеспечивающего стабилизированное электропитание комплекса;

- сетевого коммутатора Акманай 2424GE-S, предназначенного для обеспечения информационного обмена между элементами комплекса;

- фильтра питания помехоподавляющего 380В/63А/50Гц (L1-3, N, PE), предназначенного для обеспечения стабильности электропитания элементов комплекса;

- радиопоглощающего материала ШТИЛЬ-100.К45 и RL-ABS-HP-10, предназначенного для уменьшения уровней побочных переотражений от элементов конструкции ОПУ;

- комплекта кронштейнов (оснастка) для установки MAP;

- комплекта вспомогательных антенн RL-ANT-03-40, предназначенного для измерения коэффициента усиления в частотном диапазоне от 0,3 до 40,0 ГГц;

- комплекта эталонных (образцовых) антенн RL-ANTC-03-40, предназначенного для передачи и приема СВЧ сигналов от 0,3 до 40,0 ГГц;

- комплекта системы видеонаблюдения ЛГЕИ.442269.030, предназначенного для удалённого наблюдения за процессом измерений;

- комплекта радиочастотного оборудования ЛГЕИ.442269.330 включающего в себя ВАЦ 3672С с комплектом оптических преобразователей и оптоволоконных кабелей, предназначенного для измерений комплексных коэффициентов передачи и отражения при подключении к антеннам;

- комплекта кабелей связи, управления, питания ЛГЕИ.442269.331, обеспечивающего цифровые и аналоговые связи между элементами комплекса.

- комплекта ПК в комплекте с приборной стойкой ЛГЕИ.442269.333, предоставляющего оператору интерфейс для автоматизированного управления элементами комплекса, сбора, обработки, хранения и вывода результатов измерений;

Заводской № 2290013, идентифицирующий данный комплекс, указывается на самоклеящейся этикетке, размещённой на лицевой панели контроллера в формате цифрового обозначения.

Для предотвращения несанкционированного доступа к внутренним частям ВАЦ два винта крепления корпуса пломбируются.

Внешний вид составных частей комплекса приведен на рисунках 1 - 8. Место размещения знака утверждения типа, заводского номера и схема пломбировки от несанкционированного доступа приведены на рисунках 5 и 6.

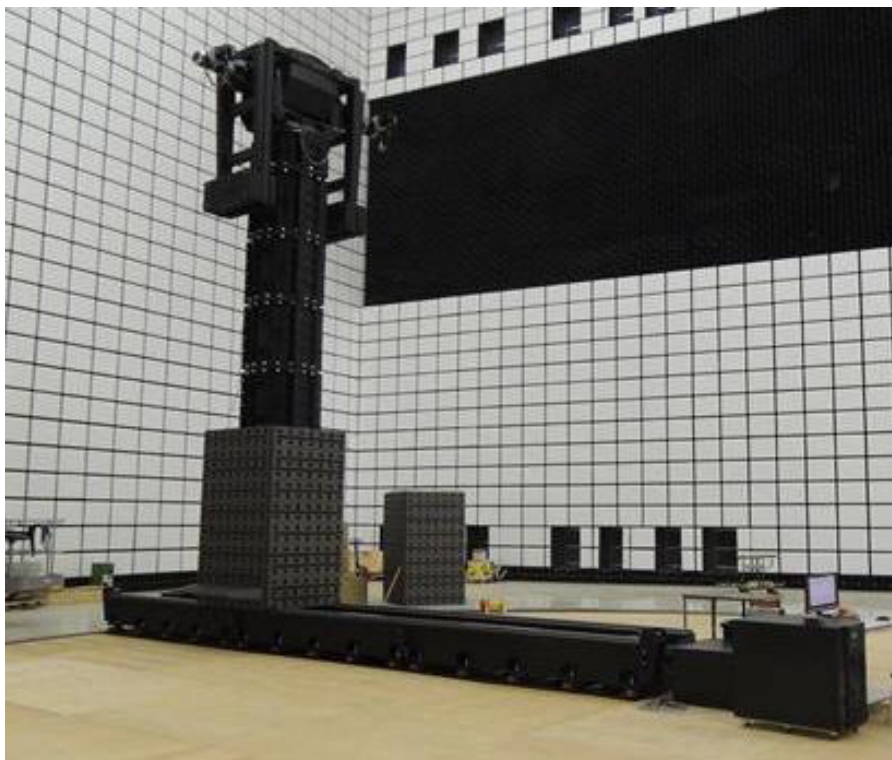


Рисунок 1 – Внешний вид прецизионного четырехкоординатного позиционера РЛТГ.411722.009 на прецизионном однокоординатном позиционере РЛТГ.411722.010



Рисунок 2 – Внешний вид прецизионного трёхкоординатного позиционера РЛТГ.411722.008



Рисунок 3 – Внешний вид комплектов эталонных и вспомогательных антенн

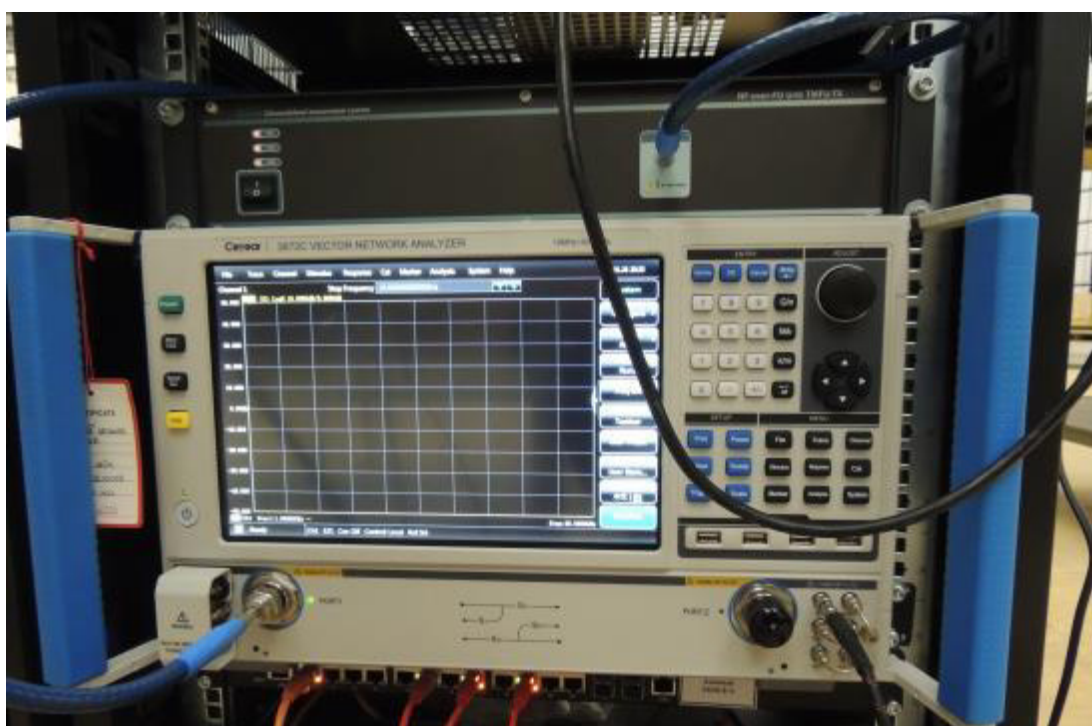


Рисунок 4 – Лицевая панель ВАЦ 3672С



Рисунок 5 – Задняя панель ВАЦ 3672С (место пломбировки)

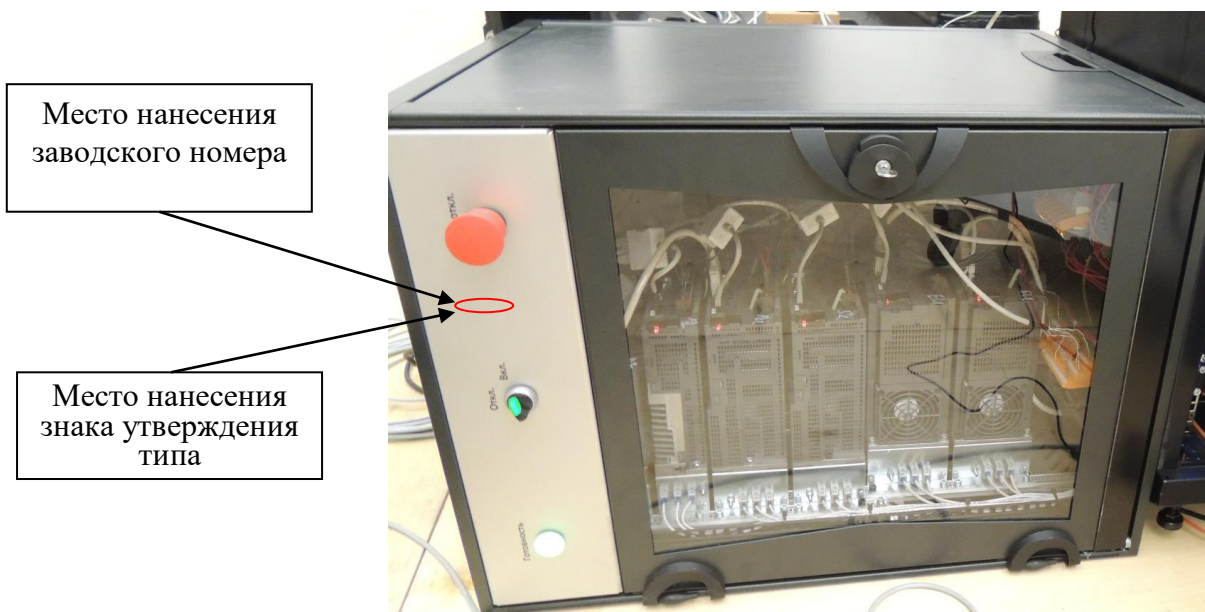


Рисунок 6 – Внешний вид лицевой панели контроллера, место размещения наклейки и место нанесения заводского номера

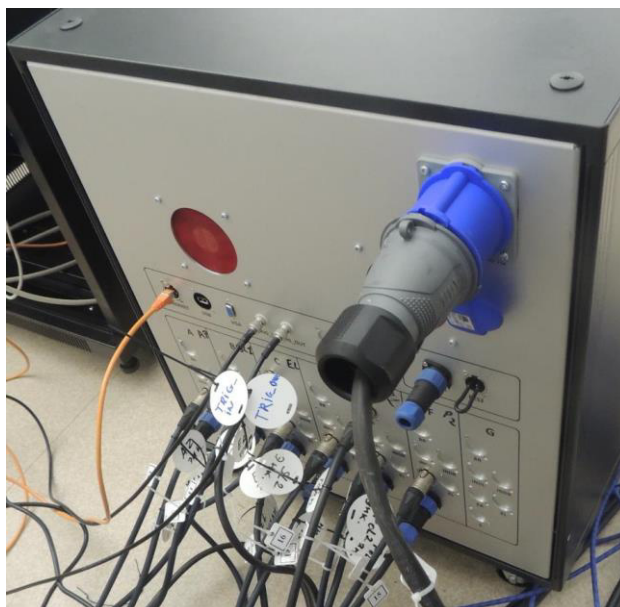


Рисунок 7 – Внешний вид задней панели контроллера



Рисунок 8 – Внешний вид ПК

Программное обеспечение

ПО комплекса осуществляет:

- управление элементами комплекса в процессе измерений;
- обработку результатов измерений и получение значений радиотехнических характеристик исследуемой антенны;
- представление радиотехнических характеристик исследуемой антенны в виде таблиц, графиков и диаграмм;

– хранение результатов измерений и радиотехнических характеристик исследуемой антенны.

Конструкция комплекса исключает возможность несанкционированного влияния на ПО комплекса и измерительную информацию (в соответствии с Р 50.2.077-2014, п. 4.3). Уровень защиты ПО «низкий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

ПО комплекса работает под управлением операционной системы Windows 11.

Метрологически значимая часть ПО комплекса представляет собой ПО ПАИК «RL-BEAM-DA» и «RL-BEAM-DTV».

ПО ПАИК «RL-BEAM-DA» предназначено для автоматизации работы комплекса, ручного управления угловым положением ОПУ, настройки параметров перемещения ОПУ, настройки параметров работы анализатора цепей, задания плана измерений и для запуска измерения.

ПО «RL-BEAM-DTV» предназначено для визуализации измеренных на одной или нескольких частотных точках зависимостей комплексного коэффициента передачи от углового положения ОПУ и выполнения радиотехнических расчетов по измеренным данным.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	RL-BEAM-DA	RL-BEAM-DTV
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.4.0.0	2.0.146.714
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) по алгоритму MD5	6A635D4D842A694FD 489E80F99B35A08	E73E3AEC4F7492A253 6675A89BAE87D8

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Основные метрологические характеристики при измерениях радиотехнических характеристик антенн (КУ, АДН, ФДН, ПД, КЭ)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 0,3 до 40,0
Динамический диапазон измерений АДН, ПД и КЭ, дБ, не менее	50
Диапазон измерений ФДН, °	от 0 до 360
Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений КУ ¹⁾ , дБ	±0,6
Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений АДН и ПД ²⁾ , дБ, на уровнях, дБ:	
-10	±0,1
-20	±0,2
-25	±0,3
-30	±0,3
-35	±0,4
-40	±0,5
-45	±0,7
-50	±0,9

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики		Значение	
Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений ФДН ²), °, на уровнях АДН, дБ:			
-10		±0,7	
-20		±1,3	
-25		±2,0	
-30		±2,0	
-35		±2,7	
-40		±3,4	
-45		±4,8	
-50		±6,2	
Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений КЭЗ) (по напряжению), %, для значений:			
от 0,056 до 0,1 включ.		±3,6	
св. 0,1 до 0,32 включ.		±2,4	
св. 0,32 до 1,0		±1,2	
Доверительные границы суммарной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений КУ антенн, дБ			
в диапазоне частот от 0,3 до 1,0 ГГц включ. при КСВН входа антенны, не более			
1,5		±1,2	
2,0		±1,3	
в диапазоне частот св. 1,0 до 2,2 ГГц включ. при КСВН входа антенны, не более			
1,5		±1,1	
2,0		±1,2	
в диапазоне частот св. 2,2 до 40,0 ГГц включ. при КСВН входа антенны, не более			
1,5		±1,0	
2,0		±1,1	
Доверительные границы суммарной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений АДН ²), дБ			
Уровень АДН, дБ	Диапазон частот, ГГц		
	от 0,3 до 1,0 включ.	св. 1,0 до 2,2 включ.	св. 2,2 до 40,0 включ.
-5	±1,0	±0,6	±0,2
-10	±1,6	±1,0	±0,3
-15	±2,7	±1,7	±0,4
-20	±4,2	±2,7	±0,6
-25	-	±4,3	±0,9
-30	-	-	±1,3
-35	-	-	±2,0
-40	-	-	±3,0
-45	-	-	±4,7

Продолжение таблицы 2

Доверительные границы суммарной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений ФДН ²⁾ , °				
Уровень АДН, дБ	Диапазон частот, ГГц			
	от 0,3 до 1,0 включ.	св. 1,0 до 2,2 включ.	св. 2,2 до 40,0 включ.	
-5	±7,0	±4,1		±1,3
-10	±11,4	±7,0		±2,0
-15	±20,0	±12,2		±2,7
-20	±31,9	±20,0		±4,1
-25	-	±32,6		±6,2
-30	-	-		±9,2
-35	-	-		±14,5
-40	-	-		±22,4
-45	-	-		±35,7

Доверительные границы суммарной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений ПД ²⁾ , дБ				
Уровень ПД, дБ	Диапазон частот, ГГц			
	от 0,3 до 1,0 включ.	св. 1,0 до 2,2 включ.	св. 2,2 до 26,5 включ.	св. 26,5 до 40,0 включ.
-5	±0,9	±0,7	±0,3	±0,5
-10	±1,1	±0,9	±0,5	±0,7
-15	±1,5	±1,3	±0,8	±1,1
-20	±2,1	±1,9	±1,1	±1,7
-25	±3,0	±2,9	±1,8	±2,8
-30	±4,5	±4,4	±2,8	±4,3

Доверительные границы суммарной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений КЭ (по напряжению), %				
КЭ ³⁾	Диапазон частот, ГГц			
	от 0,3 до 1,0 включ.	св. 1,0 до 2,2 включ.	св. 2,2 до 26,5 включ.	св. 26,5 до 40,0 включ.
от 0,056 до 0,1 включ.	±41,3	±39,6	±23,0	±38,0
св. 0,1 до 0,18 включ.	±27,4	±24,5	±13,5	±21,6
св. 0,18 до 0,32 включ.	±18,9	±16,1	±9,6	±13,5
св. 0,32 до 0,56 включ.	±13,5	±10,9	±5,9	±8,4
св. 0,56 до 1,0	±10,9	±8,4	±3,5	±5,9

Примечания:

- 1) – при отличии КУ исследуемой антенны от КУ используемой эталонной антенны не более чем на 10 дБ в меньшую и 30 дБ в большую сторону;
- 2) – при ширине полосы фильтра промежуточной частоты ВАЦ не более 100 Гц;
- 3) – величина коэффициента эллиптичности по напряжению, представленная в линейных единицах $KЭ_{лин}$, преобразуется в коэффициент эллиптичности, представленный в логарифмических единицах $KЭ_{лог}$, по формуле: $KЭ_{лог} = 20lg(KЭ_{лин})$.

Таблица 3 – Основные метрологические характеристики при измерениях МКО

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 8,2 до 12,4
Диапазон измерений МКО ^{1, 2)} , дБ	от 0 до -30
Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений МКО ^{1, 2)} , дБ, на уровнях, дБ:	
-5	±1,0
-10	±1,2
-15	±1,5
-20	±2,0
-25	±2,5
-30	±3,0
Примечания:	
1) – измерение МКО выполняется в направлении нормали к отражающей плоскости исследуемого образца при геометрической площади отражающей плоскости исследуемого образца не менее 0,3 м ² ;	
2) – при измерениях в полосе частот не менее 1,5 ГГц.	

Таблица 4 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон изменений угла поворота однокоординатного позиционера РЛТГ.411722.010 в азимутальной плоскости, °	от -270 до +270
Диапазон горизонтального перемещения азимутально-угломестного позиционера прецизионного четырехкоординатного позиционера РЛТГ.411722.009 по линейной координате (по слайдеру), мм	от 0 до 6000
Высота оси вращения по поляризации прецизионного четырехкоординатного позиционера РЛТГ.411722.009 от плоскости слайдера, мм, не менее	6000
Количество программно-управляемых координат позиционера для измерения характеристик излучения антенн на антенном изделии. Горизонтальное перемещение на однокоординатном позиционере азимутально-угломестно-поляризационного позиционера (слайдер, азимут, угол места, поляризация)	5
Количество программно-управляемых координат позиционера вспомогательной антенны (азимут, угол места, поляризация, перемещение по горизонтали и вертикали)	5
Параметры электропитания от сети переменного тока:	
– напряжение, В	
для прецизионного однокоординатного позиционера РЛТГ.411722.010	от 342 до 418
для прецизионного четырехкоординатного позиционера РЛТГ.411722.009	от 342 до 418
для остального оборудования	от 198 до 242
– частота, Гц	от 49 до 51
Рабочие условия применения:	
– температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25
– относительная влажность окружающего воздуха при температуре + 20 °С, %	от 30 до 80
– атмосферное давление, кПа	от 84 до 106

Знак утверждения типа

наносится на контроллер управления ОПУ в виде наклейки и титульный лист документа ЛГЕИ.442269.003 ПС «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный (АИВК) для измерения радиотехнических характеристик антенн на антенном изделии в дальнем поле до 40,0 ГГц. Заводской номер 2290013. Паспорт» типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 5 – Комплектность комплекса

Наименование	Обозначение	Количество, шт./экз.
Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный (АИВК) для измерения радиотехнических характеристик антенн на антенном изделии в дальнем поле до 40 ГГц в составе:	ЛГЕИ.442269.003	1
Прецизионный четырехкоординатный позиционер	РЛТГ.411722.009	1
Прецизионный трехкоординатный позиционер	РЛТГ.411722.008	1
Прецизионный однокоординатный позиционер	РЛТГ.411722.010	1
Комплект радиочастотного оборудования	ЛГЕИ.442269.330	1
Источник бесперебойного питания	ИДП-2-3/3-15-380-Д	1
Пластина калибровочная	RL-PLT-03-12	1
Фильтр питания помехоподавляющий	380В/63А/50Гц (L1-3,N,PE)	2
Набор щупов	Набор №2 75мм «Калиброн»	1
Сетевой коммутатор	Акманай 2424GE-S	2
Комплект кабелей связи, управления, питания	ЛГЕИ.442269.331	1
Комплект эталонных (образцовых) антенн:	RL-ANTC-03-40	
– антенна диапазона частот от 0,3 до 3,0 ГГц	П6-160	1
– антенна диапазона частот от 1,45 до 2,2 ГГц	LB-510-15-C-SF	1
– антенна диапазона частот от 2,2 до 3,3 ГГц	LB-340-15-C-SF	1
– антенна диапазона частот от 3,3 до 4,9 ГГц	LB-229-20-C-SF	1
– антенна диапазона частот от 4,9 до 7,05 ГГц	LB-159-20-C-SF	1
– антенна диапазона частот от 7,05 до 10,0 ГГц	LB-112-20-C-SF	2
– антенна диапазона частот от 8,2 до 12,4 ГГц	П1-139/3	1
– антенна диапазона частот от 12,4 до 18,0 ГГц	П1-139/4	1
– антенна диапазона частот от 18,0 до 26,5 ГГц	П1-139/5	1
– антенна диапазона частот от 22 до 33 ГГц	LB-34-20-C-KF	1
– антенна диапазона частот от 26,5 до 40,0 ГГц	П1-139/6	1
Комплект вспомогательных антенн:	RL-ANT-03-40	
– антенна диапазона частот от 0,3 до 3,0 ГГц	П6-160	1
– антенна диапазона частот от 1,45 до 2,2 ГГц	LB-510-15-C-SF	1
– антенна диапазона частот от 2,2 до 3,3 ГГц	LB-340-15-C-SF	1
– антенна диапазона частот от 3,3 до 4,9 ГГц	LB-229-20-C-SF	1
– антенна диапазона частот от 4,9 до 7,05 ГГц	LB-159-20-C-SF	1
– антенна диапазона частот от 7,05 до 10,0 ГГц	LB-112-20-C-SF	1
– антенна диапазона частот от 8,2 до 12,4 ГГц	П1-139/3	1

Продолжение таблицы 5

Наименование	Обозначение	Количество, шт./экз.
– антенна диапазона частот от 12,4 до 18,0 ГГц	П1-139/4	1
– антенна диапазона частот от 18,0 до 26,5 ГГц	П1-139/5	1
– антенна диапазона частот от 22 до 33 ГГц	LB-34-20-С-KF	1
– антенна диапазона частот от 26,5 до 40,0 ГГц	П1-139/6	1
Радиопоглощающий материал	ШТИЛЬ-100.К45	10 м ²
Радиопоглощающий материал	RL-ABS-HP-10	18 м ²
Комплект кронштейнов (оснастка) для установки МАР и калибровочной пластины	RL-FXT- AI	1
Датчики и двигатели линейного горизонтального перемещения мачты и линейного вертикального перемещения каретки ОПУ ВА, щит перемещения с кабельной сетью	RL-SCP-AI	1
Комплект системы видеонаблюдения	ЛГЕИ.442269.030	1
Комплект ПК в комплекте с приборной стойкой	ЛГЕИ.442269.333	1
Руководство по эксплуатации	ЛГЕИ.442269.003 РЭ	1
Паспорт	ЛГЕИ.442269.003 ПС	1
Методика поверки	-	1

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 2 «Функциональные возможности» документа ЛГЕИ.442269.003 РЭ «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный (АИВК) для измерения радиотехнических характеристик антенн на антенном изделии в дальнем поле до 40 ГГц ЛГЕИ.442269.003. Руководство по эксплуатации».

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц».

Правообладатель

Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А.Лавочкина»
(АО «НПО Лавочкина»)
ИНН 5047196566
Юридический адрес: 141402, Московская обл., г. Химки, Ленинградская ул., д. 24

Изготовитель

Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А.Лавочкина»
(АО «НПО Лавочкина»)
ИНН 5047196566
Адрес: 141402, Московская обл., г. Химки, Ленинградская ул., д. 24

Испытательный центр

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

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

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

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

