

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Комплексы базовые НАСК системы связи АТЕ CS-M

#### Назначение средства измерений

Комплексы базовые НАСК системы связи АТЕ CS-M (далее – комплексы) предназначены для:

- воспроизведения частоты и мощности высокочастотных (далее – ВЧ) сигналов в режиме немодулированных колебаний (далее – НК);
- воспроизведения сигналов синусоидальной формы в режимах внутренней синусоидальной амплитудной модуляции (далее – АМ) и внутренней синусоидальной частотной модуляции (далее – ЧМ);
- воспроизведения напряжения переменного тока синусоидальной и прямоугольной формы низкочастотных (далее – НЧ) сигналов;
- измерений частоты и мощности ВЧ сигналов;
- измерений параметров сигналов с аналоговой модуляцией (АМ и ЧМ);
- измерений спектральной плотности мощности фазового шума;
- измерений коэффициента шума;
- измерений модуля коэффициента передачи и КСВН;
- измерений мгновенных значений напряжения НЧ сигналов, напряжения постоянного/переменного тока, силы постоянного/переменного тока, сопротивления постоянному току;
- измерений и воспроизведения силы и напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока;
- измерений сопротивления изоляции и мгновенных значений напряжения.

#### Описание средства измерений

Комплекс построен на базе универсальных измерительных каналов (далее - ИК), работающих под управлением промышленной ПЭВМ и включает в себя:

- каналы воспроизведения частоты и мощности ВЧ сигналов в режиме НК;
- каналы воспроизведения сигналов синусоидальной формы в режимах АМ и ЧМ;
- каналы воспроизведения напряжения переменного тока синусоидальной и прямоугольной формы НЧ сигналов;
- ИК частоты и мощности ВЧ сигналов;
- ИК параметров аналоговых модуляций АМ и ЧМ;
- ИК спектральной плотности мощности фазового шума;
- ИК коэффициента шума;
- ИК модуля коэффициентов передачи и отражения;
- ИК мгновенных значений напряжения НЧ сигналов, напряжения и силы постоянного тока, сопротивления постоянному току, напряжения переменного и силы переменного тока;
- каналы измерений и воспроизведения силы и напряжения постоянного тока, силы и напряжения переменного тока источников питания;

- ИК сопротивления изоляции;
- ИК мгновенных значений напряжения.

Принцип действия каналов воспроизведения частоты и мощности ВЧ сигналов в режиме НК, каналов воспроизведения частоты сигнала синусоидальной формы в режимах АМ и ЧМ основан на воспроизведении гармонического синусоидального сигнала и различных видов модулированных сигналов методом прямого цифрового синтеза.

Принцип действия каналов воспроизведения напряжения переменного тока синусоидальной и прямоугольной формы НЧ сигналов основан на формировании базового диапазона частот синтезатором высокой частоты и расширением его в устройстве формирования выходного сигнала, синхронизированного с опорным стабильным по частоте задающим генератором.

Измерительные каналы частоты и мощности ВЧ сигналов, параметров аналоговой (АМ) и частотной (ЧМ) модуляций, спектральной плотности мощности фазового шума реализованы анализатором спектра N9000B.

ИК коэффициента шума реализован анализатором спектра N9000B и генератором шума N4000A.

Принцип действия ИК модуля коэффициентов передачи и отражения основан на раздельном выделении и последующей обработке падающей на объект измерения, отраженной от него и прошедшей через него волн СВЧ сигнала.

Принцип действия ИК напряжения постоянного тока основан на усилении (ослаблении) входного сигнала посредством набора программно управляемых усилителей и делителей напряжения, с последующим аналого-цифровым преобразованием напряжения в цифровой код.

Принцип действия ИК напряжения переменного тока основан на преобразовании среднего квадратического значения напряжения переменного тока в пропорциональное напряжение постоянного тока.

Принцип действия при измерении силы тока основан на измерении напряжения, формируемого на встроенном шунте (сопротивлении с известным значением) при протекании через него электрического тока и вычислении значения силы тока по известной зависимости.

Принцип действия комплекса при измерении сопротивления постоянному току основан на измерении напряжения, образующегося при протекании через сопротивление тока с известным значением, формируемым источником опорного тока.

Каналы измерений и воспроизведения силы и напряжения постоянного тока, силы и напряжения переменного тока источников питания реализованы источниками питания постоянного тока Gen 30-50, источником питания переменного тока ПНБА33-8/300/1200-КР. ИК сопротивления изоляции реализованы мегаомметром M4122RS.

Принцип действия ИК мгновенных значений напряжения основан на аналого-цифровом преобразовании мгновенных значений напряжения в цифровой код.

Конструктивно комплекс представляет собой электронную стойку. В стойку установлены ПЭВМ, радиоизмерительные приборы, источники питания, преобразователи напряжения и электронные блоки. Управление работой комплекса осуществляется ПЭВМ при помощи интерфейса Ethernet. Дополнительно комплекс имеет каналы коммутации и обмена данными по интерфейсам RS-232, RS-422, RS-485 и 100BASE-TX.

Общий вид комплекса приведен на рисунках 1 и 2.



Рисунок 1 – Общий вид комплекса (вид сзади)



1 - Стойка СЭ164; 2 - Блок БЭ251 с набором функциональных модулей; 3 - ПЭВМ;  
4 - Анализатор спектра N9000B.

Рисунок 2 – Общий вид комплекса (вид спереди)

Заводской номер комплекса нанесен на шильдики, которые крепятся на лицевую сторону стойки и электронные блоки, на наклейки, размещенные на функциональных модулях, как показано на рисунке 3.

Поверительное клеймо ставится в формуляр ФТКС.411713.295ФО при каждой поверке.

Защита от несанкционированного доступа предусмотрена на винтах крепления боковых экранирующих панелей функциональных модулей комплекса, в виде разрывных наклеек.



## Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
<i>Каналы воспроизведения частоты и мощности ВЧ сигналов в режиме НК</i>	
Диапазон воспроизведения частоты выходного сигнала синусоидальной формы, МГц	от 10 до 5000
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты выходного сигнала синусоидальной формы	$\pm 1 \cdot 10^{-8}$
Диапазон воспроизведения мощности выходного сигнала синусоидальной формы, дБм	см. таблицу 3
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения мощности выходного сигнала синусоидальной формы, дБ	см. таблицу 3
<i>Каналы воспроизведения сигналов синусоидальной формы в режимах АМ и ЧМ</i>	
Диапазон несущих частот, МГц	от 108 до 400
Диапазон установки коэффициента АМ, %	от 1 до 80
Шаг установки коэффициента АМ, %	1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициента АМ при частоте модулирующего сигнала 1 кГц, %	$\pm 3$
Диапазон установки девиации частоты ЧМ сигнала, Гц	от 1000 до $1 \cdot 10^4$
Шаг установки девиации частоты ЧМ сигнала, Гц	100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки девиации частоты при частоте модулирующего сигнала 1 кГц, Гц	$\pm 300$
<i>Каналы воспроизведения напряжения переменного тока синусоидальной и прямоугольной формы НЧ сигналов</i>	
Диапазон воспроизведения частоты выходного сигнала, Гц	от $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^7$
Шаг установки частоты выходного сигнала, Гц	0,1
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты выходного сигнала	$\pm 2 \cdot 10^{-6}$
Диапазон воспроизведения напряжения выходного сигнала, В	от 0,01 до 10
Шаг установки напряжения выходного сигнала, В	0,01
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения выходного сигнала, %	$\pm 10$
<i>ИК частоты и мощности ВЧ сигналов</i>	
Диапазон измерений частоты входного сигнала, МГц	от 10 до 5000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты входного сигнала, не более	$\pm 2 \cdot 10^{-7}$
Диапазон измерений мощности входного сигнала, дБм	см. таблицу 4
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности входного сигнала, дБ, не более	см. таблицу 4
<i>ИК параметров аналоговых модуляций АМ и ЧМ</i>	
Диапазон несущих частот, МГц	от 108 до 400
Диапазон измерений коэффициента АМ, %	от 1 до 90
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента АМ при частоте модулирующего сигнала 1 кГц, %	$\pm 3$
Диапазон измерений девиации частоты ЧМ сигнала, Гц	от 1000 до $1 \cdot 10^4$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений девиации частоты ЧМ сигнала при частоте модулирующего сигнала 1 кГц, Гц	$\pm 300$

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
<i>ИК спектральной плотности мощности фазового шума</i>	
Диапазон рабочих частот, МГц	от 100 до 5000
Диапазон отстройки от несущей частоты, Гц	от 100 до $1 \cdot 10^6$
Диапазон измерений спектральной плотности мощности фазового шума относительно несущей частоты в полосе 1 Гц, дБ	от -135 до 0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений спектральной плотности мощности фазового шума, дБ	$\pm 2$
<i>ИК коэффициента шума</i>	
Диапазон измерений коэффициента шума, дБ	от 0 до 6
Диапазон рабочих частот, МГц	от 100 до 5000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента шума, дБ	$\pm 1$
<i>ИК модуля коэффициентов передачи и отражения</i>	
Диапазон измерений КСВН	от 1 до 2
Диапазон измерений модуля коэффициента передачи, дБ	от -50 до +30
Диапазон рабочих частот, МГц	от 60 до 5000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН, %	$\pm 3$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи, дБ	$\pm 1$
<i>ИК мгновенных значений напряжения НЧ сигналов, напряжения и силы постоянного тока, сопротивления постоянному току, напряжения переменного и силы переменного тока</i>	
Диапазоны измерений мгновенных значений напряжения НЧ сигналов, В	от 0,01 до 10 от -10 до -0,01
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мгновенных значений напряжения НЧ сигналов, %	$\pm 5$
Диапазон измерений сопротивления постоянному току, Ом	от 10 до $1 \cdot 10^8$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления постоянному току, %	$\pm 1$
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от 0,1 до 300
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	$\pm 0,5$
Диапазон измерений напряжения переменного тока в диапазоне частот от 10 до 400 Гц, В	от 0,1 до 300
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока, %	$\pm 1$
Диапазон измерений силы постоянного тока, А	от 0,01 до 3
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы постоянного тока, %	$\pm 1$
Диапазон измерений силы переменного тока в диапазоне частот от 10 до 400 Гц, А	от 0,1 до 3
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока, %	$\pm 1$

Окончание таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
<i>Каналы измерений и воспроизведения силы и напряжения постоянного тока, силы и напряжения переменного тока источников питания</i>	
Диапазон воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока, В	от 0,5 до 30
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока, %	±0,3
Диапазон воспроизведения и измерений силы постоянного тока, А	от 0,2 до 50
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения и измерений силы постоянного тока, %	±0,6
Диапазон воспроизведения и измерений напряжения переменного тока в диапазоне частот от 15 до 1200 Гц, В	от 10 до 300
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения и измерений напряжения переменного тока, %	±1
Диапазон воспроизведения и измерений силы переменного тока в диапазоне частот от 50 до 1200 Гц, А	от 0,1 до 12
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения и измерений силы переменного тока, %	±1
<i>ИК сопротивления изоляции</i>	
Диапазон измерений сопротивления изоляции, Ом	от $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^8$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления изоляции, %	±3
<i>ИК мгновенных значений напряжения</i>	
Диапазон измерений мгновенных значений напряжения, при частоте входного сигнала 50 Гц, В	от 0,05 до 5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мгновенных значений напряжения, %	±3

Таблица 3 – Метрологические характеристики комплексов при воспроизведении мощности ВЧ сигналов в режиме НК

Частота выходного сигнала синусоидальной формы в режиме НК, МГц	Диапазон воспроизведения мощности выходного сигнала, дБм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения мощности выходного сигнала, дБ
50,00000; 108,00000; 121,50000; 124,01250; 130,00000; 135,00000; 140,00000; 141,00000; 150,00000; 156,80000; 157,00833; 174,00000; 200,00000; 225,00000; 225,05000; 243,00000; 250,00000; 268,71250; 295,00000; 300,00000; 312,50000; 330,00000; 356,26250; 370,00000; 399,95000; 400,00000	от -110 до -100	не нормируется
	от -100 до 0	±2,4
804; 896	от -50 до -5	±2,4
950; 1050; 1200; 1300; 1400; 1450; 1600; 1700; 1750	от -110 до -100	не нормируется
	от -100 до -5	±2,5
4400; 4410; 4430; 4460; 4470; 4500; 4510; 4520; 4640; 4650; 4700; 4880; 4890; 4910; 4940; 4970; 4990; 5000	от -50 до -5	±3,5

Таблица 4 - Метрологические характеристики комплексов при измерении мощности ВЧ сигналов

Частота входного сигнала, МГц	Диапазон измерения мощности ВЧ сигнала, дБм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности входного сигнала, дБ
50,00000; 108,00000; 121,50000; 124,01250; 130,00000; 135,00000; 140,00000; 141,00000; 150,00000; 156,80000; 157,00833; 174,00000; 200,00000; 225,00000; 225,05000; 243,00000; 250,00000; 268,71250; 295,00000; 300,00000; 312,50000; 330,00000; 356,26250; 370,00000; 399,95000; 400,00000	от -95 до +5	±2,0
950; 1050; 1200; 1300; 1400; 1450; 1600; 1700; 1750	от -85 до -10	±2,5
804; 896	от -100 до +5	±2,5
4400; 4410; 4430; 4460; 4470; 4500; 4510; 4520; 4640; 4650; 4700; 4880; 4890; 4910; 4940; 4970; 4990; 5000		±3,0

Таблица 5 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания напряжение переменного тока, В частота переменного тока, Гц	от 349,6 до 410,4 от 47 до 53
Сопротивление защитного заземления стойки СЭ164 и блока БЭ251, Ом, не более	0,1
Сопротивление изоляции цепи сетевого питания относительно корпуса стойки СЭ164 и блока БЭ251, МОм, не менее	20
Электрическая прочность изоляции цепи сетевого питания стойки СЭ164 и блока БЭ251 в течение 1 минуты, В, не менее	1500
Потребляемая мощность, кВт·А, не более	10
Габаритные размеры стойки СЭ164, мм, не более длина ширина высота	800 600 2200
Масса стойки СЭ164 без учета ЗИП-О и ПЭВМ, кг, не более	350
Нормальные условия эксплуатации температура окружающего воздуха, °С относительная окружающего влажность воздуха при температуре +25 °С, %, не более атмосферное давление, кПа	от +15 до +25 80 от 84,0 до 106,7

**Знак утверждения типа**

наносится в виде шильдика на лицевую сторону корпуса стойки комплекса



## Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность комплекса

Наименование	Обозначение	Количество
Комплекс базовый НАСК системы связи АТЕ CS-M	-	1 шт.
Комплект ЗИП-О	ФТКС.305656.249	1 шт.
Руководство по эксплуатации	ФТКС.411713.295РЭ	1 экз.
Формуляр	ФТКС.411713.295ФО	1 экз.
ПО на CD (компакт-дисках)	-	1 шт.

### Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в документе ФТКС.411713.295РЭ «Комплексы базовые НАСК системы связи АТЕ CS-M» Руководство по эксплуатации, раздел 12 «Порядок работы».

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к комплексам базовым НАСК системы связи АТЕ CS-M

ГОСТ 22261-94 ГСИ. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения

ГОСТ Р 52070-2003 Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей. Общие требования

ГОСТ 8.027-2001 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы

ГОСТ 8.641-2014 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в коаксиальных и волновых трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц

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

Приказ Росстандарта от 29 мая 2018 г. № 1053 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $2 \cdot 10^9$  Гц»

Приказ Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А»

Приказ Росстандарта от 15 февраля 2016 г. № 146 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления»

Приказ Росстандарта от 31 июля 2018 г. № 1621 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»

ФТКС.411713.295ТУ Комплекс базовый НАСК системы связи АТЕ CS-M. Технические условия

### Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «VXI-Системы» (ООО «VXI-Системы») ИНН 7735126740

Адрес: 124460, г. Москва, Зеленоград, проезд 4801 дом 7, строение 5

Юридический (почтовый) адрес: 124482, г. Москва, Зеленоград, Савёлкинский проезд, д. 4., этаж 6, пом. XIV ком. 1

Телефон (факс): +7 (495) 983-10-73

E-mail: inftest@infest.ru

**Испытательный центр**

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

Адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский район, г. Солнечногорск, рабочий поселок Менделеево, промзона ФГУП ВНИИФТРИ

Телефон (факс): (495) 526-63-00

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

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

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИФТРИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30002-13 от 11.05.2018.

