

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «18» апреля 2025 г. № 770

Регистрационный № 95236-25

Лист № 1
Всего листов 6

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Модули расширения частотного диапазона ВЕКТОР

Назначение средства измерений

Модули расширения частотного диапазона ВЕКТОР (далее – МРЧД) предназначены для измерений комплексных коэффициента отражения и коэффициента передачи многополюсников совместно с анализаторами цепей векторными.

Возможно использование МРЧД в качестве рабочего эталона (разряды для рабочих эталонов в государственной поверочной схеме не указаны) единиц комплексного коэффициента отражения и комплексного коэффициента передачи в волноводных трактах в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений комплексного коэффициента отражения и комплексного коэффициента передачи в волноводных трактах в диапазоне частот от 2,14 до 178,4 ГГц.

Описание средства измерений

Конструктивно МРЧД выполнены в малогабаритном корпусе настольного исполнения. На одном из торцов прибора расположен волноводный измерительный порт. На другом торце прибора расположены коаксиальные измерительные разъемы, а также многоконтактный разъем питания (12 В) и управления для подключения к анализатору цепей векторному (АЦВ). Управление режимами работы прибора осуществляется с анализаторов цепей векторных С4220, С4420 (рег.номер 87316-22).

Принцип действия модулей расширения частотного диапазона МРЧД основан на переносе рабочего диапазона частот анализаторов цепей векторных вверх по частоте. При этом в МРЧД формируется зондирующий сигнал заданной частоты и при помощи волноводного двунаправленного ответвителя выделяются составляющие падающей и отражённой волн. Относительная погрешность установки частоты определяется используемым анализатором цепей векторным.

Измерительный сигнал генерируется в МРЧД путем умножения, усиления и фильтрации опорного сигнала, поступающего на МРЧД с АЦВ. Опционально возможна регулировка мощности выходного сигнала с помощьюстроенного аттенюатора. Выделенные падающий и отражённый сигналы переносятся в МРЧД на промежуточную частоту с помощью встроенных смесителей, работающих на гармониках сигнала гетеродина, также поступающего с АЦВ. Затем сигналы промежуточной частоты опорного (падающая волна) и измерительного (отраженная волна) каналов поступают непосредственно на соответствующие входы АЦВ, оцифровываются, обрабатываются и результаты измерений комплексного коэффициента отражений и комплексного коэффициента передачи выводятся в управляющем программном обеспечении АЦВ в требуемом пользователю формате.

Для калибровки приборов возможно использование различных наборов калибровочных мер. Опционально входящие в состав прибора наборы калибровочных мер волноводных ВЕКТОР-КН поддерживают калибровки типа TRL и OSM/TOSM.

К данному типу МРЧД ВЕКТОР относятся следующие модификации, отличающиеся диапазоном частот: ВЕКТОР 50-75 ГГц, ВЕКТОР 75-110 ГГц, ВЕКТОР 78-118 ГГц, ВЕКТОР 110-170 ГГц. Модификации МРЧД ВЕКТОР могут иметь опции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Опции МРЧД ВЕКТОР

Модификация МРЧД	Обозначение и описание опции
ВЕКТОР 50-75 ГГц	A75 - встроенный управляемый электронный аттенюатор
	ВЕКТОР-КН 50-75 ГГц - набор калибровочных мер волноводных WR-15
	B78 - внешний волноводный переход, обеспечивающий сопряжение выходного СВЧ порта с устройствами в волноводном тракте 3,6×1,8 мм
	ВЕКТОР-КН 53-78 ГГц - набор калибровочных мер волноводных 3,6×1,8 мм
ВЕКТОР 75-110 ГГц	A110 - встроенный управляемый электронный аттенюатор
	ВЕКТОР-КН 75-110 ГГц - набор калибровочных мер волноводных WR-10
ВЕКТОР 78-118 ГГц	A118 - встроенный управляемый электронный аттенюатор
	ВЕКТОР-КН 78-118 ГГц - набор калибровочных мер волноводных 2,4×1,2 мм
ВЕКТОР 110-170 ГГц	A170 - встроенный управляемый электронный аттенюатор
	ВЕКТОР-КН 110-170 ГГц - набор калибровочных мер волноводных WR-06
	B178 - внешний волноводный переход, обеспечивающий сопряжение выходного СВЧ порта с устройствами в волноводном тракте 1,6×0,8 мм
	ВЕКТОР-КН 118-178 ГГц - набор калибровочных мер волноводных 1,6×0,8 мм

Знак поверки может наноситься на верхнюю панель средства измерений.

Серийный номер, идентифицирующий каждый экземпляр средства измерений, а также модификация типа и состав опций, наносится методом наклейки на боковую панель прибора и имеет формат восьмизначного цифрового номера. Для предотвращения несанкционированного доступа модули расширения частотного диапазона МРЧД имеют защитную наклейку изготовителя, закрывающую стык корпуса и задней панели.

Общий вид МРЧД и места для нанесения знака утверждения типа и знака поверки представлены на рисунке 1. Место для нанесения серийного номера, идентифицирующего каждый экземпляр СИ, и схема пломбировки от несанкционированного доступа представлены на рисунке 2.



Рисунок 1 – Общий вид средства измерений и места для нанесения знака утверждения типа и знака поверки



Рисунок 2 – Вид сзади и места нанесения серийного номера, идентифицирующего каждый экземпляр СИ, и схема пломбировки от несанкционированного доступа

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот модификаций ¹ , ГГц	ВЕКТОР 50 – 75 ГГц
	от 50 до 75
	ВЕКТОР 50 – 75 ГГц с опцией В78
	от 53,57 до 78,33
	ВЕКТОР 75 – 110 ГГц
	от 75 до 110
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала совместно с С4220, С4420 ¹	ВЕКТОР 78 – 118 ГГц
	от 78,33 до 118,10
	ВЕКТОР 110 – 170 ГГц
	от 110 до 170
	ВЕКТОР 110 – 170 ГГц с опцией В178
	от 118,1 до 178,4
Максимальная выходная мощность P_{max} модификаций ¹ , дБ (1 мВт), не менее	ВЕКТОР 50 – 75 ГГц ²
	10
	ВЕКТОР 75 – 110 ГГц
	6
Максимальная выходная мощность с опциями А75/А110/А118/А170 ¹ , дБ (1 мВт), не менее	ВЕКТОР 78 – 118 ГГц
	0
	ВЕКТОР 110 – 170 ГГц ²
	-6 (-21) ³
Диапазон перестройки аттенюатора для опций А75/А110/А118/А170 ¹ , дБ, не менее	Максимальная выходная мощность с опциями А75/А110/А118/А170 ¹ , дБ (1 мВт), не менее
	P_{max} -2
Динамический диапазон для полосы пропускания 10 Гц модификаций ¹ , дБ, не менее	Диапазон перестройки аттенюатора для опций А75/А110/А118/А170 ¹ , дБ, не менее
	от -35 до 0
	ВЕКТОР 50 – 75 ГГц ²
	110
Среднее квадратическое отклонение шумов измерительной трассы при измерении модуля коэффициента отражения 0 дБ в полосе пропускания 1 кГц, дБ, не более	ВЕКТОР 75 – 110 ГГц
	110
	ВЕКТОР 78 – 118 ГГц
	100
	ВЕКТОР 110 – 170 ГГц ²
	95 (80) ³
	0,005

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики		Значение			
Доверительные границы $\Delta S_{ii} $ абсолютной погрешности измерений ($P=0,95$) модуля коэффициента отражения $ S_{ii} $ в диапазоне от 0 до 1 в зависимости от вида калибровки ^{4,5} и модификаций, отн. ед.	Калибровка	TRL ⁶	OSM/TOSM ⁶		
	ВЕКТОР 50 – 75 ГГц ²	$\pm 0,013$	$\pm 0,025$		
	ВЕКТОР 75 – 110 ГГц, ВЕКТОР 78 – 118 ГГц	$\pm 0,016$	$\pm 0,027$		
	ВЕКТОР 110 – 170 ГГц ²	$\pm 0,019$	$\pm 0,030$		
Доверительные границы абсолютной погрешности измерений ($P=0,95$) фазы коэффициента отражения $ S_{ii} $ в диапазоне от 0,02 до 1, градус		$\pm(1+57 \cdot \arcsin(\Delta S_{ii} / S_{ii}))$			
Доверительные границы нелинейности ($P=0,95$) приемников L в динамическом диапазоне ¹ , дБ	ВЕКТОР 50 – 75 ГГц ² , ВЕКТОР 75 – 110 ГГц	от -60 до 0 дБ	$\pm 0,15$		
	ВЕКТОР 78 – 118 ГГц	от -50 до 0 дБ	$\pm 0,15$		
	ВЕКТОР 110 – 170 ГГц ²	от -40 до 0 дБ	$\pm 0,20 (\pm 0,30)^3$		
Доверительные границы составляющей абсолютной погрешности измерений ($P=0,95$) модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи Т по МИ 3411-2013 ⁶ , дБ		$\pm 0,05$			
Доверительные границы $\Delta S_{ij} $ абсолютной погрешности измерений ($P=0,95$) модуля коэффициента передачи $ S_{ij} $ ^{5,6,7} , дБ		$\pm(T+L)$			
Доверительные границы абсолютной погрешности измерений ($P=0,95$) фазы коэффициента передачи $ S_{ij} $ ^{5,6,7} , градус		$\pm(0,5+57 \cdot \arcsin \Delta S_{ij} /8,6))$			
Примечания:					
1) Характеристики, не требующие применения калибровочного набора мер.					
2) В том числе для опций B78, B178					
3) В диапазоне частот от 170,0 до 178,4 ГГц для опции B178.					
4) Для измерений коэффициентов отражения двухполюсников или многополюсников с бесконечным ослаблением.					
5) При изменении температуры не более, чем ± 1 °C после калибровки.					
6) Для комплектации из не менее чем двух модулей ВЕКТОР.					
7) Для измерений коэффициентов передачи согласованных многополюсников при полосе пропускания 10 Гц.					

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Время прогрева, мин	30
Габаритные размеры, мм, не более:	
– длина	391
– ширина	140
– высота	93
Масса, кг, не более	3,3
Нормальные условия применения:	
- температура окружающей среды, °C	от +15 до +30
- относительная влажность воздуха, %	от 40 до 80

Знак утверждения типа

наносится на переднюю панель модулей расширения частотного диапазона МРЧД в соответствии с рисунком 1 методом наклейки и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество, шт./экз.
Модуль расширения частотного диапазона	ВЕКТОР (модификация ВЕКТОР 50-75 ГГц или ВЕКТОР 75-110 ГГц или ВЕКТОР 78-118 ГГц или ВЕКТОР 110-170 ГГц)	1/ 2 ¹⁾
Кабель управления	-	1 ²⁾
Кабель RF	Кабель RF	1 ²⁾
Кабель LO	Кабель LO	1 ²⁾
Кабель IF	Кабель IF	2 ²⁾
Переход коаксиальный (3,5 мм, розетка – розетка)	-	1 ²⁾
Опция диапазона частот 53-78,3 ГГц (только для модификации ВЕКТОР 50-75 ГГц)	B78	1 ^{1, 2)}
Опция диапазона частот 118,1 – 178,4 ГГц (только для модификации ВЕКТОР 110-170 ГГц)	B178	1 ^{1, 2)}
Опция встроенного аттенюатора для модификаций: ВЕКТОР 50-75 ГГц ВЕКТОР 75-110 ГГц ВЕКТОР 78-118 ГГц ВЕКТОР 110-170 ГГц	A75 A110 A118 A170	1 ^{1, 2)}
Опция наборов калибровочных мер волноводных: WR-15 3,6×1,8 мм WR-10 2,4×1,2 мм WR-6 1,6×0,8 мм	ВЕКТОР-КН 50-75 ГГц ВЕКТОР-КН 53-78 ГГц ВЕКТОР-КН 75-110 ГГц ВЕКТОР-КН 78-118 ГГц ВЕКТОР-КН 110-170 ГГц ВЕКТОР-КН 118-178 ГГц	1 ¹⁾
Руководство по эксплуатации	РЭ 26.51.43-193-21477812-2023	1
Примечания:		
	1) По отдельному заказу 2) Для каждого МРЧД ВЕКТОР	

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 5 «Порядок работы» руководства по эксплуатации РЭ 26.51.43-193-21477812-2023.

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Росстандарта от 5 августа 2024 г. № 1796 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений комплексного коэффициента отражения и комплексного коэффициента передачи в волноводных трактах в диапазоне частот от 2,14 до 178,4 ГГц»;

МИ 3411-2013 ГСИ. Анализаторы, цепей векторные. Методика определения метрологических характеристик;

ТУ 26.20.13-001-04141619-2024 Модули расширения частотного диапазона ВЕКТОР. Технические условия.

Правообладатель

Общество с ограниченной ответственностью «МВЭЙВ» (ООО «МВЭЙВ»)

ИНН 7724378907

Адрес юридического лица: 115487, г. Москва, ул. Нагатинская, 16, стр. 9, помещ. II, ком. 8

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «МВЭЙВ» (ООО «МВЭЙВ»)

ИНН 7724378907

Адрес юридического лица: 115487, г. Москва, ул. Нагатинская, 16, стр. 9, помещ. II, ком.8

Адрес места осуществления деятельности: Московская обл., г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, д. 2

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», к. 11

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

