

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «10» июля 2024 г. № 1635

Регистрационный № 92626-24

Лист № 1
Всего листов 12

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Генераторы сигналов векторные MWT

Назначение средства измерений

Генераторы сигналов векторные MWT предназначены для формирования немодулированных синусоидальных СВЧ колебаний с нормированными уровнем и частотой выходного сигнала, а также колебаний с различными видами модуляций: амплитудной, частотной, импульсной, квадратурной, цифровой манипуляцией.

Описание средства измерений

Конструктивно генераторы сигналов векторные MWT выполнены в виде настольного лабораторного прибора в двух вариантах исполнения корпуса, отличающихся габаритными размерами под монтаж в 19-дюймовые стойки. Генераторы работают под управлением встроенного персонального компьютера (ПК) с операционной системой Linux или под управлением внешнего ПК. Управление прибором осуществляется с передней панели, оснащенной сенсорным дисплеем (для опции встроенного персонального компьютера) или по интерфейсу дистанционного управления. На задней панели генераторов расположены интерфейсы LAN и USB, разъём питания, разъёмы входа/выхода опорной частоты, а также входы для внешних модулирующих сигналов и сигнала синхронизации. Выход СВЧ генератора расположен на передней или задней панели прибора в зависимости от модификации. При отсутствии опции встроенного персонального компьютера, передняя панель генераторов сигналов векторных MWT закрыта заглушкой.

Принцип работы генераторов сигналов векторных MWT основан на формировании в приборе модулирующего диапазона частот при помощи двухканального цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) с разрядностью 16 бит, переносе его на несущую частоту посредством диапазонных квадратурных смесителей, подключенных к синтезатору высокой частоты. При формировании сигнала в диапазоне частот от 20 до 40 ГГц используется дополнительный перенос частоты смесителем с помощью второго синтезатора. Формирование сигнала в диапазоне от 8 кГц до 100 МГц осуществляется без переноса частоты – сигнал с ЦАП через тракты аналоговой обработки поступает непосредственно на выход прибора. Источником опорной частоты для синтезаторов высокой частоты служит кварцевый (опционально – рубидиевый) генератор с частотой 10 МГц. Выходной уровень генератора регулируется аттенуаторами с малым шагом ослабления и опционально для расширения динамического диапазона ступенчатым аттенуатором с большим шагом ослабления. Уменьшение гармонических и негармонических искажений спектра выходного сигнала осуществляется с помощью набора встроенных переключаемых фильтров, а также перестраиваемым ЖИГ-фильтром.

К данному типу генераторов сигналов векторных MWT относятся следующие модификации: MWT-400, MWT-200, MWT-200U, MWT-160U, MWT-100U, MWT-60U. Модификации отличаются диапазоном частот и исполнением корпуса.

Данный тип генераторов сигналов векторных MWT может иметь следующие опции:

MWT-OCXO – термостатированный опорный генератор;

MWT-RB – рубидиевый опорный генератор;

MWT-RB-ENH– улучшенный рубидиевый опорный генератор;

MWT-LPN – опция пониженного фазового шума;

MWT-ULPN – опция низкого фазового шума;

MWT-HP – опция повышенной выходной мощности;

MWT-SATT – опция встроенного ступенчатого аттенюатора;

MWT-AMOD – опция модуляций АМ, ЧМ, ФМ;

MWT-PLS – опция импульсной модуляции;

MWT-MTONE – опция мультитоновой модуляции;

MWT-SFP/SFP+ – опции интерфейса дистанционного управления;

MWT-PC – опция встроенного ПК.

Знак поверки может наноситься на заднюю панель генераторов сигналов векторных MWT.

Серийный номер, идентифицирующий каждый экземпляр средства измерений, в семизначном цифро-буквенном формате наносится методом наклейки на заднюю панель. Для предотвращения несанкционированного доступа генераторы сигналов векторные MWT имеют защитную наклейку изготовителя, закрывающую стык корпуса и нижней панели.

Общий вид генераторов сигналов векторных MWT модификаций MWT-200, MWT-400 с опцией встроенного ПК представлен на рисунке 1.

Общий вид генераторов сигналов векторных MWT модификаций MWT-200, MWT-400 без опции встроенного ПК представлен на рисунке 2.

Общий вид генераторов сигналов векторных MWT модификаций MWT-60U, MWT-100U, MWT-160U, MWT-200U с опцией встроенного ПК представлен на рисунке 3.

Общий вид генераторов сигналов векторных MWT модификаций MWT-60U, MWT-100U, MWT-160U, MWT-200U без опции встроенного ПК представлен на рисунке 4.

Места для нанесения знака утверждения типа представлены на рисунках 1 – 4.

Схема пломбировки от несанкционированного доступа и место нанесения серийного номера, идентифицирующего каждый экземпляр СИ генераторов сигналов векторных MWT модификаций MWT-200, MWT-400, представлены на рисунке 5.

Схема пломбировки от несанкционированного доступа и место нанесения серийного номера, идентифицирующего каждый экземпляр СИ генераторов сигналов векторных MWT модификаций MWT-60U, MWT-100U, MWT-160U, MWT-200U, представлены на рисунке 6.



Рисунок 1 – Общий вид генераторов сигналов векторных MWT модификаций MWT-200, MWT-400 с опцией встроенного ПК; место для нанесения знака утверждения типа

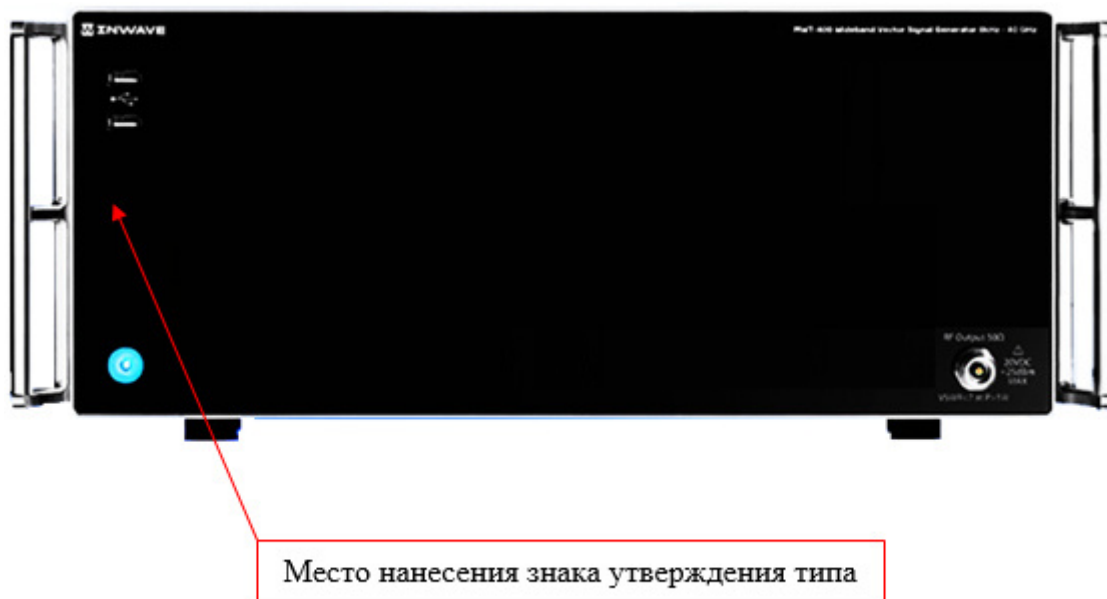


Рисунок 2 – Общий вид генераторов сигналов векторных MWT модификаций MWT-200, MWT-400 без опции встроенного ПК; место для нанесения знака утверждения типа

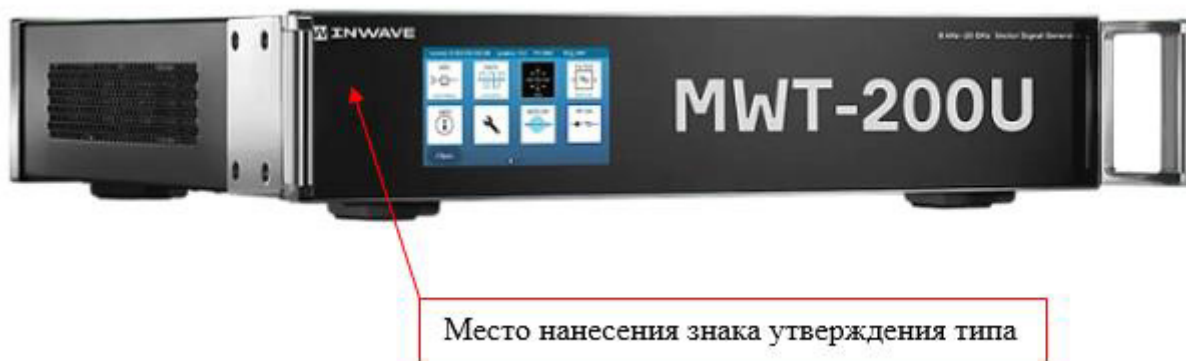


Рисунок 3 – Общий вид генераторов сигналов векторных MWT модификаций MWT-60U, MWT-100U, MWT-160U, MWT-200U с опцией встроенного ПК; место для нанесения знака утверждения типа



Рисунок 4 – Общий вид генераторов сигналов векторных MWT модификаций MWT-60U, MWT-100U, MWT-160U, MWT-200U без опции встроенного ПК; место для нанесения знака утверждения типа



Рисунок 5 – Схема пломбировки от несанкционированного доступа; места нанесения серийного номера и знака поверки, для генераторов сигналов векторных MWT модификаций MWT-200, MWT-400



Рисунок 6 – Схема пломбировки от несанкционированного доступа; места нанесения серийного номера и знака поверки для генераторов сигналов векторных MWT модификаций MWT-60U, MWT-100U, MWT-160U, MWT-200U

Программное обеспечение

Программное обеспечение «MWT FW/GUI» предназначено для управления режимами работы генераторов сигналов векторных MWT. Программное обеспечение «MWT FW/GUI» предназначено только для работы с генераторами сигналов векторными MWT и не может быть использовано отдельно от измерительно-вычислительной платформы этих приборов.

Программное обеспечение реализовано без выделения метрологически значимой части. Влияние программного обеспечения не приводит к выходу метрологических характеристик генераторов сигналов векторных МWT за пределы допускаемых значений.

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

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения (ПО)

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	MWT FW/MWT GUI
Номер версии (идентификационный номер) ПО	MWT FW: не ниже 7.2.7 MWT GUI: не ниже 4.15.6
Цифровой идентификатор ПО	-

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Частотные параметры

Наименование характеристики		Значение	
Диапазон частот, Гц	MWT-60U	от $8 \cdot 10^3$ до $6 \cdot 10^9$	
	MWT-100U	от $8 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^{10}$	
	MWT-160U	от $8 \cdot 10^3$ до $1,6 \cdot 10^{10}$	
	MWT-200U, MWT-200	от $8 \cdot 10^3$ до $2 \cdot 10^{10}$	
	MWT-400	от $8 \cdot 10^3$ до $4 \cdot 10^{10}$	
Дискретность установки частоты, Гц		0,001	
Номинальное значение частоты внутреннего опорного генератора, Гц		$1 \cdot 10^7$	
Номинальное значение частоты внешнего опорного генератора, Гц		$1 \cdot 10^7$	
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора	от 8 кГц до 100 МГц	Штатно	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$
		Опции MWT-OCXO, MWT-RB, MWT-RB-ENH	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$
	от 100 МГц до 40 ГГц	Штатно	$\pm 3 \cdot 10^{-6}$
		Опция MWT-OCXO	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$
		Опция MWT-RB	$\pm 2 \cdot 10^{-9}$
		Опция MWT-RB-ENH	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$

Таблица 3 - Параметры уровня выходного сигнала

Наименование характеристики		Значение	
		штатно	опция MWT- HP
Максимальное значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала в зависимости от частоты, дБ (1 мВт), не менее	от 8 до 20 кГц включ.	14	14
	св. 20 до 50 кГц включ.	20	23
	св. 50 кГц до 100 МГц включ.	20	25
	св. 100 МГц до 1 ГГц	20	28
	1 ГГц	20	31
	св. 1 до 1,5 ГГц включ.	20	28
	св. 1,5 до 4,5 ГГц включ.	20	27
	св. 4,5 до 13 ГГц включ.	20	23
	св. 13 до 19 ГГц включ.	20	20
	св. 19 до 22 ГГц включ.	15	15
	св. 22 до 30 ГГц включ.	10	10
	св. 30 до 36 ГГц включ.	13	13
	св. 36 до 39 ГГц включ.	11	11
св. 39 до 40 ГГц	7	7	
Минимальное значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала для в зависимости от частоты, дБ (1 мВт), не более	от 100 МГц до 12 ГГц включ.	-60	-90
	св. 12 до 20 ГГц включ.	-40	-80
	св. 20 до 25 ГГц включ.	-70	-70
	св. 25 до 30 ГГц включ.	-60	-60
	св. 30 до 35 ГГц включ.	-50	-50
	св. 35 до 40 ГГц	-40	-40
Дискретность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала, дБ		0,1	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала в диапазоне частот, дБ	от 8 кГц до 20 ГГц включ.	±1,8	
	св. 20 до 40 ГГц	±2,9	

Таблица 4 - Параметры спектра выходного сигнала в режиме непрерывных колебаний

Наименование характеристики		Значение		
Уровень гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала -10 дБ (1 мВт), дБ, не более	от 100 МГц до 5,1 ГГц включ.	-40		
	св. 5,1 до 5,6 ГГц включ.	-35		
	св. 5,6 до 20 ГГц включ.	-40		
Уровень негармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), дБ, не более	от 100 МГц до 10 ГГц включ.	-65		
	св. 10 до 20 ГГц включ.	-55		
	св. 20 до 40 ГГц	-50		
Спектральная плотность мощности широкополосных шумов относительно несущей в полосе 1 Гц на частотах от 100 до 500 МГц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), дБ, не более		штатно	опция MWT-SATT	
	1 ГГц	-115	-122	
	20 ГГц	-100	-112	
Спектральная плотность мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и отстройки, дБ, не более	Штатно при отстройке 10 кГц	Несущая 100 МГц	-116	
		Несущая 1 ГГц	-96	
		Несущая 10 ГГц	-76	
		Несущая 20 ГГц	-70	
	Опция MWT-LPN		приведены в таблице 5	
	Опция MWT-ULPN		приведены в таблице 6	

Таблица 5 – Спектральная плотность мощности фазовых шумов для опции MWT-LPN относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и отстройки, дБ

Частота несущей F	Частота отстройки ΔF				
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
100 МГц	-100	-120	-122	-123	-125
1 ГГц	-90	-114	-122	-122	-125
10 ГГц	-70	-95	-106	-106	-121
20 ГГц	-62	-89	-101	-101	-110

Таблица 6 – Спектральная плотность мощности фазовых шумов для опции MWT-ULPN относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты и отстройки, дБ

Частота несущей F	Частота отстройки ΔF				
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
100 МГц	-108	-126	-130	-131	-131
1 ГГц	-95	-121	-132	-132	-132
10 ГГц	-76	-105	-116	-116	-121
20 ГГц	-67	-99	-111	-111	-115

Таблица 7 – Параметры выходного сигнала в режиме внутренней квадратурной модуляции

Наименование характеристики		Значение	
Полоса модуляции в диапазоне частот, МГц, не менее	от 0,8 до 20 ГГц включ.	520	
	св. 20 до 40 ГГц	200	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки в зависимости от частоты для модуляции типа 16QAM и скорости передачи до 1 МГц, %	штатно	от 200 МГц до 6 ГГц включ.	±2,0
	опции MWT-LPN и MWT-ULPN	от 200 МГц до 6 ГГц включ.	±0,8
		св. 6 до 20 ГГц включ.	±1,2
		св. 20 до 40 ГГц	±2,0

Таблица 8 - Параметры выходного сигнала в режиме внутренней импульсной модуляции (опция MWT-PLS)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон установки периода следования импульсов модулирующего генератора, с	от $2 \cdot 10^{-8}$ до 10
Диапазон установки длительности импульсов модулирующего генератора, с	от $1 \cdot 10^{-8}$ до 4
Коэффициент подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами для диапазона частот от 200 МГц до 40 ГГц, дБ, не менее	35
Время нарастания/спада радиоимпульсов, нс, не более	7

Таблица 9 - Параметры выходного сигнала в режиме внутренней амплитудной модуляции (опция MWT-AMOD)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон установки коэффициента амплитудной модуляции, %	от 1 до 100
Дискретность установки коэффициента амплитудной модуляции, %	1
Диапазон модулирующих частот, Гц	от 10 до $1 \cdot 10^6$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции (K_{AM}) для диапазона частот от 200 МГц до 40 ГГц, %	$\pm(0,02 \cdot K_{AM} + 1)$

Таблица 10 - Параметры выходного сигнала в режиме внутренней частотной модуляции (опция MWT-AMOD)

Наименование характеристики	Значение
Диапазон установки девиации частоты, Гц	от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^6$
Дискретность установки девиации частоты, Гц	1
Диапазон модулирующих частот ($F_{\text{мод}}$), Гц	от 10 до $1 \cdot 10^6$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки девиации частоты ($F_{\text{д}}$) в диапазоне частот от 200 МГц до 40 ГГц, Гц	$\pm(0,015 \cdot F_{\text{д}} + 30)$

Таблица 11 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
Тип выходного СВЧ разъема	MWT-60U, MWT-100U, MWT-160U	N «розетка»
	MWT-400, MWT-200, MWT-200U	2,92 мм «розетка»
Типы поддерживаемых векторных модуляций	OOK, 2-ASK, 4-ASK, 8-ASK, 2-FSK, MSK, GMSK, BPSK, QPSK, 8-PSK, 16-QAM, 32-QAM, 64-QAM	
Варианты исполнения корпуса	MWT-60U, MWT-100U, MWT-160U, MWT-200U	2U
	MWT-200, MWT-400	4U
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °C - относительная влажность воздуха, %	от +20 до +30 от 40 до 90	
Условия хранения и транспортирования: - температура окружающей среды, °C - относительная влажность воздуха, %	от -20 до +60 от 20 до 90	
Параметры электрического питания: - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	от 210 до 240 50	
Масса, кг, не более	Вариант исполнения 2U	15
	Вариант исполнения 4U	27
Габаритные размеры (ширина × глубина × высота), мм, не более	Вариант исполнения 2U	480×470×100
	Вариант исполнения 4U	480×505×190
Время прогрева, мин	30	

Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель генераторов сигналов векторных MWT в соответствии с рисунком 1 методом наклейки и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 12 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Генератор сигналов векторный	MWT (модификация MWT-400, или MWT-200, или MWT-200U, или MWT-160U, или MWT-100U, или MWT-60U)	1 шт.
Опция термостатированного опорного генератора	MWT-OCXO	*)
Опция рубидиевого опорного генератора	MWT-RB	*)
Опция термостатированного рубидиевого опорного генератора	MWT-RB-EHN	*)
Опция пониженного фазового шума	MWT- LPN	*)
Опция низкого фазового шума	MWT- ULPN	*)
Опция повышенной выходной мощности	MWT- HP	*)
Опция встроенного ступенчатого аттенюатора	MWT-SATT	*)
Опция модуляций АМ, ЧМ, ФМ	MWT-AMOD	*)
Опция импульсной модуляции	MWT-PLS	*)
Опция мультитоновой модуляции	MWT-MTONE	*)
Опция интерфейса дистанционного управления	MWT-SFP/SFP+	*)
Опция встроенного ПК	MWT-PC	*)
Руководство по эксплуатации	TPCH.468172.004 РЭ	1 шт.
*) – по отдельному заказу		

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 7 «Порядок работы» руководства по эксплуатации TPCH.468172.004 РЭ.

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

Приказ Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц»;

Приказ Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2839 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,50 до 78,33 ГГц»;

Приказ Росстандарта от 1 февраля 2022 г. № 233 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений девиации частоты»;

ГОСТ Р 8.717-2010 ГСИ. «Государственная поверочная схема для средств измерений коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний»;

Технические условия TPCH.468172.004 ТУ «Генераторы сигналов векторные MWT. Технические условия».

Правообладатель

Общество с ограниченной ответственностью «Микроволновая Электроника»
(ООО «Микроволновая Электроника»)
ИНН 7736609482
Юридический адрес: 119607, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Раменки,
б-р Раменский, д. 1
Телефон (факс): +7 (495) 137 53 35
Web-сайт: <http://www.inwave.ru>
E-mail: hello@inwave.ru

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Микроволновая Электроника»
(ООО «Микроволновая Электроника»)
ИНН 7736609482
Адрес: 119607, г. Москва, Раменский б-р, д. 1
Телефон (факс): +7 (495) 137 53 35
Web-сайт: <http://www.inwave.ru>
E-mail: hello@inwave.ru

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр
стандартизации, метрологии и испытаний в г. Москве и Московской области»
(ФБУ «Ростест-Москва»)
Адрес: 117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, д. 31
Телефон: +7 (495) 544-00-00
Факс: +7 (499)124-99-96
E-mail: info@rostest.ru
Web-сайт: <http://www.rostest.ru>
Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.310639.

