

Обзор кварцевых компонентов для управления частотой компании Taitien

М. Соколов¹

УДК 621.373.5 | ВАК 05.27.01

Компания Taitien (до 2000 года Tai Tien Electronic) – один из ведущих производителей кварцевых компонентов для управления частотой. Компания базируется на Тайване, производственные и торговые площадки расположены на Тайване, в США, Европе и Китае. Кварцевые резонаторы, кварцевые генераторы и другие компоненты производства Taitien находят применение в различных областях, включая автомобилестроение, бытовую электронику, компьютерную технику, телекоммуникации, сетевую инфраструктуру. Компания вкладывает значительные средства в исследования и разработки, запатентовала собственную технологию производства кварца. В статье представлен обзор основных категорий и ключевых серий выпускаемых компанией компонентов.

Тaitien выпускает все категории пьезокварцевых устройств для управления тактовой частотой, в том числе эталонные кварцевые генераторы частоты, кварцевые резонаторы, кварцевые генераторы, управляемые напряжением (VCXO), термокомпенсированные генераторы (VCTCXO/TCXO), термостатированные генераторы (OCXO) и др. В ассортимент продукции компании входят высокочастотные и прецизионные генераторы, генераторы частоты с малым уровнем шума и с различной формой выходного сигнала.

Кварцевые резонаторы эталонной частоты 32,768 кГц – один из наиболее широко распространенных типов устройств для управления частотой, применяемых в часах реального времени в компьютерах, системах безопасности и Интернета вещей, умном доме и т. д. Эти компоненты, выпускаемые компанией Taitien, отличаются компактными размерами и низкой потребляемой мощностью, что делает их идеальным выбором для портативных приложений. Они характеризуются малой скоростью старения (всего ± 3 ppm/год)

и высокой точностью (отклонение частоты не более ± 20 ppm), предлагаются как в цилиндрических выводных корпусах, так и в SMD-исполнении (табл. 1). Максимальный уровень возбуждения эталонных кварцевых резонаторов составляет 0,5 мкВт, что не вызывает серьезных отклонений частоты во время резонанса. Изделия рассчитаны на работу в диапазоне температур $-40...85$ °С.

Кварцевые резонаторы МГц-диапазона от Taitien предназначены для применения в автомобильных

Таблица 1. Кварцевые резонаторы эталонной частоты

Серия	Габариты корпуса, мм			Номинальная частота, кГц	Тип корпуса	Отклонение частоты, ppm (25 ± 3 °С)
	L	W	H			
XA	ø3,00	ø3,00	8,00	32,768	Выводной	±20
XB_1040	ø1,00	ø1,00	4,60	32,768	Выводной	±20
XB_2060	ø2,00	ø2,00	6,00	32,768	Выводной	±20
XD_2012	2,00	1,20	0,60	32,768	SMD	±20
XD_3215	3,20	1,50	0,90	32,768	SMD	±20
XD_4115	4,10	1,50	0,90	32,768	SMD	±20
XN_6914	6,90	1,40	1,30	32,768	SMD	±20
XN_8038	8,00	3,80	2,54	32,768	SMD	±20

¹ Компания «Золотой шар», бренд-менеджер, тел. +7 495 234-01-10 (доб. 156), Sokolov@zolshar.ru.

Таблица 2. Кварцевые резонаторы МГц-диапазона

Серия	Габариты корпуса, мм			Частота, МГц	Тип корпуса	Отклонение частоты, ppm (25 ± 3 °C)
	L	W	H			
X3	1,65	1,25	0,30	24...54	SMD	±10
XZ	2,05	1,65	0,45	16...60	SMD	±10
XY	2,55	2,05	0,45	12...54	SMD	±10
XX-O	3,20	2,50	0,60	12...54	SMD	±10
XX	3,20	2,50	0,70	12...60	SMD	±10
X2	3,20	2,50	0,75	12...48	SMD	±10
XV	5,00	3,20	0,80	8...80	SMD	±10
XS	5,00	3,20	1,20	8...54	SMD	±10
XR	6,00	3,50	1,00	8...50	SMD	±10
XQ	8,00	4,50	1,40	7,3728...70	SMD	±10
XI	10,80	4,50	3,40	3,58...80	Выводной	±10
XJ	12,50	4,50	4,00	3,58...80	SMD	±10



Рис. 1. Кварцевый резонатор серии X3



Рис. 2. Кварцевый резонатор серии XI

системах, мобильных телефонах, беспроводных сетях, аудио/видеоаппаратуре, дисплеях, компьютерной и офисной технике. В этой категории устройств предлагаются модели как в выводных, так и в низкопрофильных керамических SMD-корпусах, рассчитанные на температурный диапазон до -40...125 °C (табл. 2).

Например, серия X3 выполнена в ультратонком керамическом SMD-корпусе с габаритами 1,65×1,25×0,3 мм (рис. 1), стандартная частота составляет 26,4 МГц (доступны частоты от 24 до 54 МГц). В серии предлагаются модели с отклонением частоты до ±10 ppm в диапазоне температур -10...60 °C и до ±50 ppm в диапазоне температур -40...125 °C.

Еще одна серия, XQ, в керамическом SMD-корпусе с уплотнением стеклоприпоем с габаритами 8,0×4,5×1,4 мм предназначена для автомобильных систем, приводов жестких дисков, компьютерной периферии, офисного оборудования. Устройства рассчитаны на частоты от 7,3728 до 70 МГц и обеспечивают отклонение частоты не более ±50 ppm в диапазоне температур -40...125 °C.

Серия XI выполнена в стандартном выводном корпусе с габаритами 10,8×4,5×3,4 мм (рис. 2) и рассчитана на частоты от 3,58 до 80 МГц.

Отклонение частоты не превышает ±10 ppm в диапазоне температур -10...60 °C и ±20 ppm в диапазоне температур -40...85 °C.

В категории **прецизионных кварцевых резонаторов** компания Taitien выпускает несколько серий в защищенных выводных корпусах, рассчитанных на широкий диапазон рабочих температур (табл. 3). Например, серия XH, которая предлагается в выводном корпусе типа UM-1 с золочеными выводами и вакуумным уплотнением с габаритами 7,30×2,60×7,80 мм (рис. 3), обеспечивает частоты от 8 до 40 МГц (стандартные частоты: 20; 24; 25,6; 26; 38,88 и 40 МГц). Устройства работают в диапазоне температур -55...125 °C, отличаются высокой стабильностью (не более ±10 ppm при 125 °C), быстрым выходом

Таблица 3. Прецизионные кварцевые резонаторы

Серия	Габариты корпуса, мм			Частота, МГц	Тип корпуса	Отклонение частоты, ppm
	L	W	H			
XH	7,30	2,60	7,80	8...40	Выводной	±10
X5	8,50	3,10	8,00	19,2...120	Выводной	±10
X8	10,00	3,00	13,00	4...40	Выводной	±5
X6	∅10,2	∅10,2	4,00	19,2...120	Выводной	±8
X7	∅15,00	∅15,00	6,50	4...40	Выводной	±5

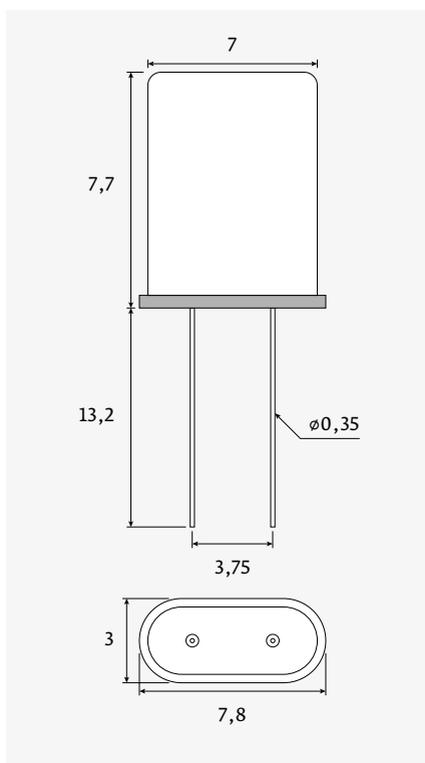


Рис. 3.
Прецизионный
кварцевый
резонатор
серии ХН

на рабочий режим, низким температурным коэффициентом частоты.

Серия X7 в выводном корпусе типа TO-8 с золочеными выводами и вакуумным уплотнением с габаритами $\varnothing 15,00 \times 6,5$ мм (рис. 4) предлагается со стандартными частотами 5, 10, 12,8 и 16,384 МГц (доступны частоты от 4 до 40 МГц). Устройства серии работают в диапазоне температур $-55...105$ °С, обеспечивают отклонение частоты не более ± 5 ppm при 105 °С.

Еще одна категория устройств, выпускаемых компанией Taitien, – **кварцевые генераторы**, которые отличаются высокой точностью, стабильностью, компактными размерами, широким диапазоном рабочих температур, низким потреблением. В ассортименте этого вида продукции – стандартные, прецизионные, управляемые напряжением (VCXO), термокомпенсированные (TCXO) и термостатированные (OCXO) генераторы.

Среди **кварцевых генераторов с ультранизким уровнем фазовых шумов** следует отметить серии OX-U/OY-U с КМОП-выходом в компактных SMD-корпусах ($3,2 \times 2,5 / 2,5 \times 2,0$ мм). Они рассчитаны на частоту от 20 до 60 МГц, отличаются широким диапазоном рабочих температур ($-40...125$ °С) и предназначены для автомобильных мультимедийных систем и радаров, ЦАП/АЦП для Hi-Fi и профессиональной аудиоаппаратуры, смартфонов, беспроводных модулей и др.

OA-U – еще одна серия кварцевых генераторов с ультранизким уровнем фазовых шумов, которая обеспечивает типовую величину джиттера 50 фс. Эти устройства

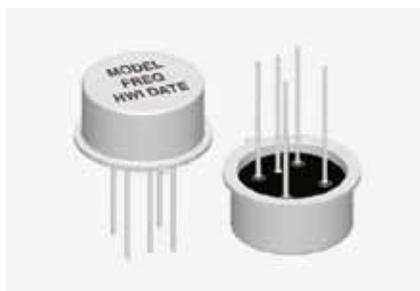


Рис. 4.
Прецизионный
кварцевый
резонатор
серии X7

в керамическом SMD-корпусе с дифференциальным LVPECL/LVDS/HCSL-выходом предназначены для сетевых приложений (40 Гбит/100 Гбит Ethernet, MAN, SONET, оптоволоконные каналы) и тестового оборудования. Серия OA-U рассчитана на частоту от 100 до 170 МГц (стандартные частоты 100; 125; 122,88 и 156,25 МГц). Типовое значение фазового шума составляет -160 дБ/Гц при смещении 1 МГц.

К кварцевым генераторам с расширенным диапазоном температур ($-55...125$ °С) относятся серии OX/OY с КМОП-выходом в компактных SMD-корпусах ($3,2 \times 2,5 / 2,5 \times 2,0$ мм). Они предназначены для применения в экстремальных условиях окружающей среды (в нефтедобывающем оборудовании, геотермальных системах), в аэрокосмическом и военном оборудовании, автомобильных системах, промышленном тестовом оборудовании и др.

В линейке кварцевых генераторов Taitien также имеются **прецизионные** серии с высокой стабильностью частоты. Например, серия OZ-B с КМОП-выходом, которая предлагается в компактном керамическом SMD-корпусе ($2,0 \times 1,6 \times 0,75$ мм), обеспечивает стабильность частоты не более ± 3 ppm в диапазоне температур $0...60$ °С или ± 5 ppm в диапазоне температур $-10...70$ °С. Устройства рассчитаны на широкий диапазон частот (от 1 до 200 МГц) и предназначены для применения в беспроводных сетях, портативных устройствах, умных счетчиках электроэнергии.

С ростом популярности смартфонов, периферийных вычислений и портативных устройств с батарейным питанием возрос спрос на миниатюрные часы реального времени с низким потреблением. Для таких приложений Taitien предлагает **кварцевые генераторы на 32,768 кГц**, которые отличаются высокой точностью и стабильностью частоты. Примером этой категории устройств является серия OZ-I – миниатюрные кварцевые генераторы с КМОП-выходом в SMD-корпусе габаритами $2,0 \times 1,6 \times 0,75$ мм. Они потребляют не более 18 мкА и работают в широком диапазоне температур $-40...85$ °С. Стабильность частоты во всем диапазоне температур не превышает ± 20 ppm.

Ускоренное внедрение Интернета вещей и сетей 5G существенно повысило спрос на высокоскоростное коммуникационное оборудование. Чтобы удовлетворить

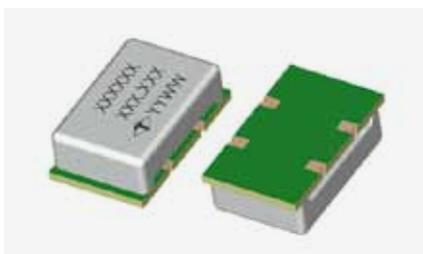


Рис. 5.
Кварцевый генератор, управляемый напряжением (VCXO), серии VLSI

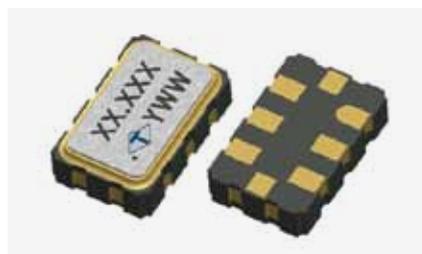


Рис. 6.
Высокочастотный VCXO серии VJ-M

запросы разработчиков и производителей оборудования, обеспечить быструю поставку компонентов для 5G и Интернета вещей, компания Taitien предлагает семейство кварцевых генераторов FASTXO, поставка образцов которых по представленной заказчиком спецификации гарантируется в течение минимального времени – до 24 ч, причем доступны устройства на любые частоты. В это семейство входят все основные серии стандартных кварцевых генераторов: генераторы кГц- и МГц-диапазонов, генераторы с низким уровнем шума и джиттера, генераторы с КМОП- или LVDS-выходом, управляемые напряжением генераторы (VCXO), термокомпенсированные кварцевые генераторы (VCTCXO/TCXO),

Кварцевые генераторы, управляемые напряжением (VCXO), – устройства, в которых частота зависит от напряжения на входе управления. В этой категории устройств Taitien предлагает серии с КМОП-/LVPECL-/LVDS-выходами, с максимальной стабильностью частоты от ± 20 до ± 50 ppm и диапазоном рабочих температур $-40 \dots 105$ °C.

Например, серия VLSI с низким уровнем фазового шума поставляется в SMD-корпусе с габаритами $14 \times 9 \times 3,6$ мм и рассчитана на частоту от 50 до 125 МГц (рис. 5). Стабильность частоты составляет ± 25 ppm, диапазон управляющих напряжений от 0 до 5 В, напряжение питания $5 \text{ В} \pm 5\%$, выходной сигнал – синусоидальный.

Среди высокочастотных VCXO с ультранизким уровнем шума следует отметить серию VJ-M в компактном керамическом SMD-корпусе ($5,0 \times 3,2 \times 1,4$ мм), которая поддерживает частоты от 15 МГц до 2,1 ГГц (рис. 6). Устройства с выходным уровнем тактового сигнала LVPECL, LVDS, CML, HCSL и LVKМОП относятся к классу FASTVCXO с быстрой поставкой образцов и рассчитаны на диапазон температур $-40 \dots 85$ °C. Предусмотрен выход на три состояния для

снижения энергопотребления, доступны опции с напряжением питания 3,3; 2,5 и 1,8 В. Устройства предназначены для применения в ТВ высокого разрешения, сетевых модемах, системах аналого-цифрового преобразования.

Основной недостаток кварцевых генераторов – ухудшение стабильности частоты при изменении температуры окружающей среды, связанное с физическими свойствами кварцевого резонатора. Для приложений, где необходима высокая точность поддержания частоты при изменении температуры, предназначены термокомпенсированные и термостатированные кварцевые генераторы. Компания Taitien предлагает широкую номенклатуру таких устройств, стабильность частоты которых составляет от $\pm 0,1$ до ± 2 ppm.

Термокомпенсированные кварцевые генераторы (VCTCXO/TCXO) от Taitien подразделяются на стандартные и прецизионные (табл. 4). Примером прецизионных TCXO является серия TT Stratum 3 для телекоммуникационного оборудования стандарта Stratum 3, фемтосот и базовых станций сотовой связи (рис. 7). Эти устройства в SMD-корпусе размером $7,0 \times 5,0 \times 1,9$ мм рассчитаны на стандартные частоты от 10 до 26 МГц, обеспечивают суммарную стабильность частоты в течение 20 лет работы не менее $\pm 4,6$ ppm. Генераторы серии TT Stratum 3 обеспечивают на выходе опционально КМОП-сигнал и синусоидальный сигнал, работают в диапазоне температур $-40 \dots 85$ °C.

Среди термокомпенсированных генераторов, управляемых напряжением (VCTCXO), следует отметить высоконадежную серию TF в герметизированном металлическом 4-выводном DIP-корпусе с габаритами $20,4 \times 12,8 \times 7,8$ мм (рис. 8). Эти устройства предназначены для применения в телекоммуникационном оборудовании специального назначения и сетях WLAN/WiMAX. Они обеспечивают



Рис. 7.
Термокомпенсированный кварцевый генератор (TCXO) серии TT Stratum 3

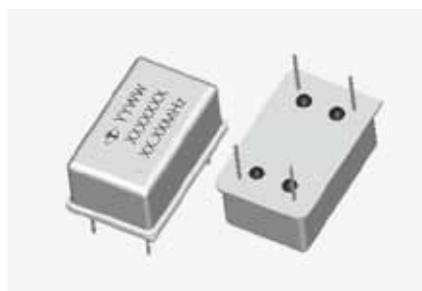


Рис. 8.
Термокомпенсированный кварцевый генератор, управляемый напряжением (VCTCXO), серии TF

Таблица 4. Прецизионные термокомпенсированные генераторы

Серия	Габариты корпуса, мм			Частота, МГц	Тип корпуса	Стабильность частоты, ppm	Диапазон рабочих температур, °С	Выходной сигнал
	L	W	H					
TL	5,0	3,2	1,85	10...52	SMD	±0,1	-40...85	КМОП/синус.
						±0,2	-40...105	
TW	5,0	3,2	1,55	10...52	SMD	±0,05	-10...70	КМОП/синус.
						±0,1	-20...70	
						±0,28	-40...85	
TT-L	7,0	5,0	2,1	10...52	SMD	±0,28	-20...70	КМОП/синус.
						±0,5	-40...85	
TT	7,0	5,0	1,9	5...52	SMD	±0,1	-20...70	КМОП/синус.
						±0,28	-40...85	
						±2	-40...105	
TT-K	7,0	5,0	1,9	10...52	SMD	±0,1	-40...95	КМОП/синус.
						±0,2	-40...105	
TT Stratum 3	7,0	5,0	1,9	5...52	SMD	±0,14	-20...70	КМОП/синус.
						±0,28	-40...85	
TS	7,0	5,0	1,9	5...52	SMD	±0,05	-10...60	КМОП/синус.
						±0,05	-20...70	
						±0,28	-40...85	
TS-K	7,0	5,0	1,9	10...52	SMD	±0,1	-40...95	КМОП/синус.
						±0,2	-40...105	
TS Stratum 3	7,0	5,0	1,9	5...52	SMD	±0,28	-20...70	КМОП/синус.
						±0,28	-40...85	
TK	14,3	9,6	6,5	40...150	SMD	±0,28	-40...85	КМОП/синус.
TU	13,2	14,5	6,5	30,72...120	SMD	±0,28	-40...85	LVКМОП/синус.

частоты в диапазоне от 1,25 до 52 МГц, выходные сигналы уровня КМОП и синусоидальные выходные сигналы. Стабильность частоты не превышает ±1 ppm в течение года работы. Диапазон рабочих температур составляет -40...85 °С.

Более совершенными генераторами с точки зрения стабильности частоты являются термостатированные кварцевые генераторы (ОСХО), в которых производится разогрев помещенного в термостат резонатора до определенной температуры и постоянное ее поддержание



Рис. 9. Кварцевый генератор с двойной системой термостатирования (Double ОСХО) серии NI-10M-3000

Таблица 5. Кварцевые генераторы с двойной системой термостатирования

Серия	Габариты корпуса, мм			Номинальная частота, МГц	Тип корпуса	Стабильность частоты, ppb	Диапазон рабочих температур, °C	Напряжение питания, В	Выходной сигнал
	L	W	H						
NI-10M-3000	36,3	27,2	18,72	10	DIP	±0,2 ±0,2	0...70 -30...70	3,3	Прямоугольный
NI-10M-3400	36,3	27,2	18,72	10	DIP	±0,2 ±0,2	0...70 -30...70	5,0	Прямоугольный
NI-10M-3500	36,3	27,2	18,72	10	DIP	±0,05 ±0,1	-10...70 -40...85	5,0	Прямоугольный

во время работы устройства. Обычно значение внутренней температуры термостата выбирают на 10–15 °C выше максимально возможной температуры кварцевого генератора. Taitien предлагает несколько категорий ОСХО: стандартные, с двойной системой термостатирования (Double ОСХО) и с ультранизким фазовым шумом.

Кварцевые генераторы с двойной системой термостатирования обеспечивают чрезвычайно точное (менее 0,01 °C) поддержание температуры прецизионного кварцевого резонатора и электронной схемы генератора (табл. 5). Например, серия NI-10M-3000 с выходной частотой 10 МГц обеспечивает начальную точность поддержания частоты ±0,1 ppm при 25 °C. Допустимое отклонение частоты с учетом старения составляет ±0,3 ppm в день, ±50 ppm в год или ±0,2 ppm за 10 лет. Уровень фазовых шумов не превышает -90 дБ/Гц на частоте 1 Гц или -158 дБ/Гц на частоте 100 кГц. Эти генераторы поставляются в герметизированном DIP-корпусе размером 36,3×27,2×18,7 мм (рис. 9) и предназначены для

применения в качестве опорного источника частоты в тестовом оборудовании, телекоммуникационных и промышленных системах, GPS-станциях.

Пример термостатированных кварцевых генераторов с ультранизким уровнем фазового шума – серия NF-100M-6800 на частоту 100 МГц, которая поставляется в герметизированном DIP-корпусе размером 20,7×13,1×9,2 мм. Начальная точность поддержания частоты составляет ±0,2 ppm при 25 °C. Выходной сигнал – КМОП или синусоидальный. Долговременная стабильность частоты составляет ±500 ppm за год или ±1,7 ppm за 10 лет. Уровень фазовых шумов не превышает -103 дБ/Гц на частоте 10 Гц или -178 дБ/Гц на частоте 1 МГц.

Продукцию компании Taitien в Россию поставляет независимый дистрибьютор – холдинг «Золотой шар» (www.zolshar.ru), один из ведущих поставщиков импортных и отечественных электронных компонентов. ●

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



АКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ И ГЕНЕРАТОРЫ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СХЕМОТЕХНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕГРИРОВАННЫХ МИКРОСХЕМ

Вангенхайм Л. фон

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2010. — 416 с.,
ISBN 978-5-94836-247-2

Цена 840 руб.

Эта книга, посвященная активным фильтрам, знакомит читателя с современными методами обработки аналогового сигнала. Материал изложен в таком объеме и настолько подробно, как никогда ранее в немецкой специализированной литературе. Основные темы книги: системно-теоретические основы, схемотехника активных цепей с использованием обычных и новых усилителей ICs (усилители, интеграторы и преобразователи полного сопротивления), проектирование, расчет и сравнение различных схем фильтров, использование компьютерных программ при проектировании фильтров, проектирование и модулирование фильтров с переключаемым конденсатором; генераторы синуса с интегрированными усилителями.

Книга является удобным справочником для инженеров и исследователей, желающих освежить свои знания о технике фильтров, а также познакомиться с новыми методами и элементами.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru