

## КВАРЦЕВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ JAUCH QUARTZ: МАЛ ЗОЛОТНИК... И НЕ ДОРОГ

А. Лапиков, руководитель Бюро применения Jauch Quartz, директор УП «Алнар»

**Именно так можно охарактеризовать технические, качественные и надежность характеристики кварцевых SMD-генераторов крупнейшего европейского производителя кварцев Jauch Quartz.**

Предполагаю, никто из отечественных разработчиков электроники начала 90-х годов, в то время не мог предположить, что через каких-то 10-15 лет в их распоряжении могут появиться кварцевые генераторы СХО с размерами 2,0x1,6x0,8 мм, VCХО с размерами 5,0x3,2x1,0 мм, ТСХО с размерами 2,5x2,0x0,9 мм.

Признаюсь, имея к тому времени 10-летнюю практику работы со всеми отечественными заводами-производителями кварцевых комплектующих, я и сам не предполагал, что технический прогресс в этом направлении будет столь стремительным, ошеломляющим и поистине революционным. Ощущение неизбежности миниатюризации серийно производящихся кварцев пришло как раз на конец 90-х годов, когда на отечественный рынок пришел тогда еще не известный немецкий производитель Jauch с остро востребованной нашими производителями электроники кварцевой продукцией.

Хорошо помню, как осторожно и даже с опаской относились опытные разработчики к немецкой серии VX для СХО, VCХО, ТСХО в исполнении SMD. Причем, парадокс заключается в том, что больше всего смущали не электрические характеристики этих генераторов, а предлагаемая цена и размеры, которые по сравнению с привычными в то время для отечественного производителя генераторами серий ГК24, ГК25, ГК35, ГК36 и многих других были просто миниатюрными. Особенно показательными в этом плане является разница в цене и размерах для ТСХО, которая была на порядок ниже у немецкого производителя, при этом габариты и вес были меньше на несколько порядков, а электрические параметры ничуть не хуже, чем у отечественных. Ну, чем не золотник для толкового разработчика? Не ошибусь, если предположу, что целые отрасли в производстве отечественной электроники, поверив в продукцию Jauch, сумели отстоять свое право на

существование в условиях жесткой конкурентной борьбы с западными и восточными производителями.

Скептики, возможно, засомневаются в объективности таких высказываний, на что я приведу в качестве аргумента отечественную отрасль по разработке и производству всевозможных приемных и радиопередающих устройств, для которых задающий кварцевый генератор является своеобразным «сердцем» всего аппарата, от которого зависят его работоспособность, точность, стабильность, надежность, габаритные размеры, вес и, конечно же, себестоимость, без которой конкурентоспособным быть просто невозможно. Еще неизвестно, во что бы трансформировались у нас системы радиальной связи «Алтай», «Карт», «Вилия» и их модификации – отечественные прародительницы современной сотовой связи, будь более расторопными и дальновидными чиновники соответствующих предприятий и ведомств. Многие помнят, что еще в 60-х годах была разработана система правительственной связи «Алтай», а с 1969-го на заводе «Спутник» (г. Молодечно) началось их серийное производство.

В 80-90 годах прошлого века отличительной особенностью многих директорских и председательских автомобилей Газ-21 и Газ-24 была маленькая характерная жесткая антенна, которая устанавливалась на их крышу. При этом мало кто догадывался, что сам приемопередатчик, установленный в багажнике, с массивной трубкой в салоне автомобиля имел габариты современного копировального аппарата и вес около 10 кг. В случае стационарной установки габариты и вес соответственно увеличивались за счет автономных элементов питания. Конечно, в конструкции такого аппарата хватало и других массивных комплектующих, кроме кварцевых, тем не менее только кварцевый генератор ГК36 и фильтр первой ПЧ ФП2П4-436 весили и стоили в разы больше, чем современный сотовый телефон. Благо,

подобных примеров неиспользования явных преимуществ конструкторской мысли отечественных разработчиков РЭА в последние годы становится все меньше, чему, вне всякого сомнения, способствовало открытие рынков современных комплектующих изделий.

Примером высочайшей эффективности и полезности на нашем рынке является работа Jauch Quartz. Открытие в 2005 году на базе предприятия «Алнар» Бюро применения Jauch Quartz для стран Восточной Европы и СНГ коренным образом изменило отношение к закрытым ранее нюансам применения кварцевых изделий в любой электронной аппаратуре. Закрытость, секретность и монополизм большинства отечественных производителей кварцев явно не способствовали техническому прогрессу, как для изготовителей аппаратуры, так и самих производителей частото задающих комплектующих.

Возвращаясь к продукции Jauch тех лет и сегодняшней, прослеживается четкая закономерность в совершенствовании конструкций и технологий, направленных на еще большую миниатюризацию, расширение сетки стандартных частот и снижение питающих напряжений, расширение формы выходных сигналов и параметров стабильности. Все это способствует появлению новых линеек самых современных и востребованных в мире кварцевых генераторов, которые, как никогда ранее, доступны отечественным разработчикам и производителям РЭА.

В своей статье сегодня подробно остановлюсь на некоторых аспектах, характеризующих закономерности в развитии современной кварцевой отрасли на примере продукции Jauch Quartz, которые дают дополнительные возможности в разработке конкурентоспособных электронных устройств.

### Миниатюризация

Jauch Quartz оперативно реагирует на изменение всех требований к современной электронной аппаратуре, базирующихся на снижении материалоемкости при производстве

кварцевых изделий. Новейшие технологические решения позволяют получать частотозадающие комплектующие с размерами единиц миллиметров. Изготовлению таких кварцевых генераторов присущи все атрибуты микроэлектроники – замкнутый цикл, вакуумная гигиена, автоматизированные и компьютерные технологии, которые сводят к минимуму человеческий фактор.

Примером таких миниатюрных генераторов у Jauch Quartz может служить линейка JO, которая предполагает серийное производство типов JO75, JO53, JO32 (рис. 1-3), JO22 и JO21. Конструктора РЗА при выборе кварца, удовлетворяющего техническим требованиям к его электронному прибору, интересует вопрос, какой генератор наиболее оптимален с точки зрения критериев цены и доступности поставки?

Практические рекомендации здесь могут быть следующие: наиболее массовыми на современном этапе являются генераторы типа JO75 и JO53, которые всегда доступны как по цене, так и по наличию на складе, причем тенденции применения генераторов с меньшими размерами превалируют. Тем не менее, ежегодно наращиваются темпы производства и применения генераторов JO32 и JO22, а значит, с каждым годом они становятся дешевле и доступнее, но пока не сравнимы с сериями JO75 и JO53. Разработчикам при выборе типа для нового изделия следует руководствоваться информацией, описанной выше, а также требованиями к конструкции проектируемого изделия, техническими возможностями монтажа на производстве и предполагаемой серийностью выпуска.

Для примера, если генераторы JO75 и JO53 можно устанавливать на поверхность платы как в автоматизированном режиме, так и вручную, то последнее с трудом выполнимо для JO32, а для JO22 и JO21 просто невозможно из-за слишком малых габаритов корпуса и контактных площадок.

В статье я изложил общие тенденции, характерные для большинства применяемых в мире генераторов по критерию выбора размеров. Частные моменты лучше всего выяснять у специалистов Бюро применения, так как для некоторых типов и частот имеются свои особенности, которые предполагают выравнивание ценовых факторов и наличие на складе более миниатюрных типов наряду с JO75 и JO53.

### Выбор частоты

Для продвинутых разработчиков, работающих на перспективу, не секрет, что один и тот же тип генератора, но для разных частот может иметь разные цену и доступность поставки. Оба фактора зависят от того, какими сериями производятся эти типы для нужд мирового рынка. Наилучший вариант – применить генератор, который изготавливается и применяется массово. Кроме наличия на складе, его цена будет конкурентной по сравнению с аналогичными генераторами, пусть даже чуть больших габаритов, но имеющих другую частоту. После тщательной проработки схемы и консультаций со специалистами Бюро применения быстро выясняются явные преимущества генераторов с частотой, которая не планировалась изначально, но вполне возможна в данном схемном решении.

Практика показывает множество примеров, когда частоты генераторов и резонаторов менялись после окончания разработки электронных приборов, правда, этому предшествовали безуспешные попытки приобрести кварцевый элемент с планируемой частотой на конкурентных условиях поставки и некоторой доработки программного обеспечения, т.е. минимальных затрат по сравнению с затратами на приобретение генератора с уникальной для современного рынка частотой. Обращаю внимание разработчиков на постепенное размытие понятия «стандартная частота». Работа во всех возможных направлениях про-

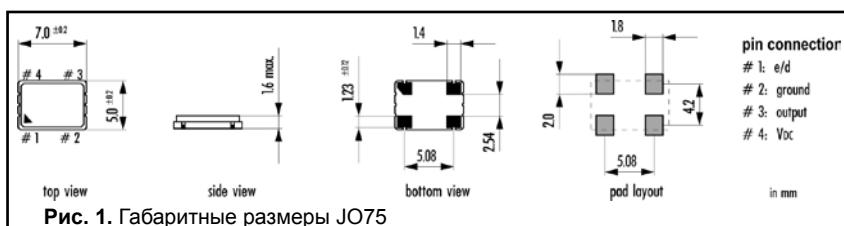


Рис. 1. Габаритные размеры JO75

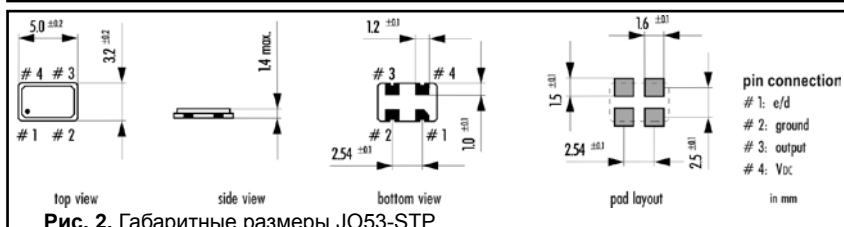


Рис. 2. Габаритные размеры JO53-STP

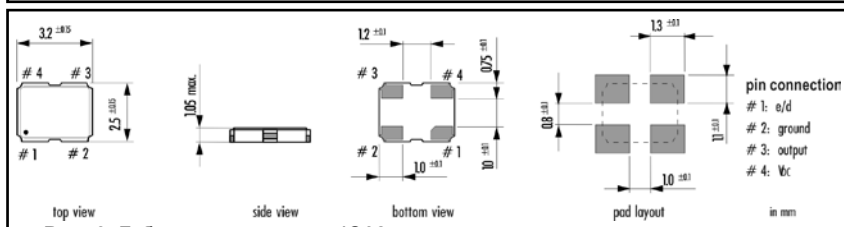


Рис. 3. Габаритные размеры JO32

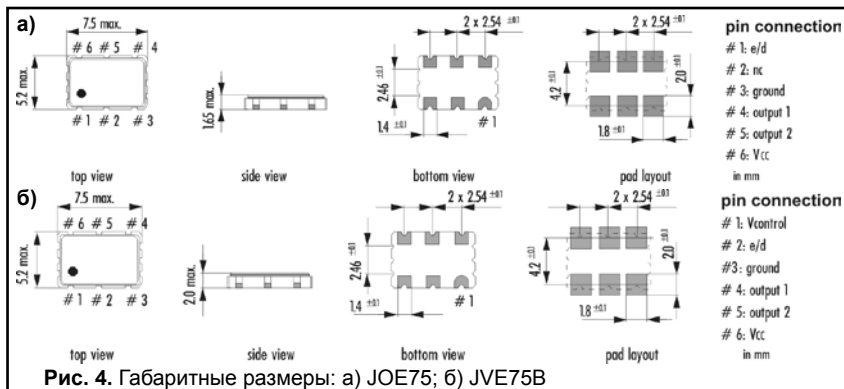


Рис. 4. Габаритные размеры: а) JOE75; б) JVE75B



**Таблица 1.** Технические параметры JOE75

type	JOE75 3,3V	
frequency range	40,0~170,0 MHz	
higher frequencies on request	170,0~270,0 MHz	
frequency stability over all*	±25ppm/±50ppm/±100ppm	
supply voltage V <sub>DC</sub>	3,3V±5%	
temperature	operating	-10~+70°C / -40~+85°C
	storage	-55~+125°C
output	rise & fall time	1ns (20%~80% of V <sub>pp</sub> )
	load nom.	50Ω at 1,3V
	low level max.	1,7V
	high level min.	2,2V
output enable time max.	10 ms	
output disable time max.	200 ns	
start-up time max.	10 ms	
standby function	stop	
standby current max.	30 A	
phase jitter 12 kHz~20,0 MHz	<1,0 ps RMS	
period jitter	<5,0 ps RMS	
symmetry at 50% of V <sub>pp</sub>	45%~55% max.	

**Таблица 2.** Технические параметры JVE75B

type	JVE75B	
frequency range	12,0~700,0 MHz	
frequency stability over all*	±25ppm/±50ppm	
frequency pulling range min.	±50ppm	
pulling control voltage	1,65V ±,5V	
current consumption	120mA max.	
supply voltage V <sub>DC</sub>	3,3V ±5%	
temperature	operating	-10~+70°C/-40~+85°C
	storage	-55~+125°C
output	rise & fall time	1,5 ns (20%~80% of V <sub>pp</sub> )
	load nom.	50Ω at 1,3V
	low level max.	1,7V
	high level min.	2,2V
standby function	yes	
output enable time max.	10 ms	
output disable time max.	50 ns	
start-up time max.	10 ms	
phase jitter 12 kHz~20,0 MHz	< 5,0ps RMS	
symmetry at 50% of V <sub>pp</sub>	45%~55% typ. (40%±60% max.)	

**Таблица 3.** Технические параметры JOD75

type	JOD75 3,3V & 2,5V	
frequency range	62,5~165,0 MHz	
higher frequencies on request	187,5/200,0/212,5 MHz	
frequency stability over all*	±25ppm ~±100 ppm	
current consumption	70mA max.	
supply voltage V <sub>DC</sub>	3,3V±5%/2,5V±5%	
temperature	operating	-10 ~+70°C /-40~+85°C
	storage	-55~+125°C
output	rise & fall time	1ns (20%~80% of V <sub>pp</sub> )
	load nom.	100Ω differential
	swing min.	0,3Vp-p/0,25Vp-p
	offset voltage	1,25V
output enable time max.	10ms	
output disable time max.	200ns	
start-up time max.	10ms	
standby function	Stop	
standby current max.	30μA	
phase jitter 12 kHz~20,0 MHz	<5,0ps RMS	
symmetry at 50% of V <sub>pp</sub>	45%~55% max.	

**Таблица 4.** Технические параметры JVD75B

type	JVD75B	
frequency range	12,0~800,0 MHz	
frequency stability over all*	± 25ppm/± 50ppm	
frequency pulling range min.	± 150ppm	
pulling control voltage	1,65±1,5V*	
pulling control input imped. min.	60 kΩ	
current consumption	80mA max.	
supply voltage V <sub>DC</sub>	3.3 V ± 5%	
temperature	operating	-10~+70°C/-40~+85 °C
	storage	-40~+85°C
output	rise & fall time	1,0ns (20%~80% of V <sub>pp</sub> )
	load nom.	100Ω differential
	swing min.	0,35Vp-p
	offset voltage	1,25±0,125V
standby function	yes	
output enable time max.	10ms	
output disable time max.	150ns	
start-up time max.	10ms	
phase jitter 12 kHz~20,0 MHz	<5,0ps RMS	
symmetry at 50% of V <sub>pp</sub>	45%~55% typ. (40%±60% max.)	

изводства РЭА, готов рекомендовать узким специалистам в своей области применять частоты генераторов, которые нельзя отнести к стандартным, но по сути являющимися таковыми.

Очень похожа ситуация с **выбором питающих** напряжений современных кварцевых генераторов. Правда, здесь тенденции более явные, чем описанные выше. Главная из них – стремительное снижение

производства, а значит и применение генераторов с питающим напряжением 5V. Приблизительная, но недалекая от истины прикидка позволяет предположить, что количество генераторов с питающим напряжением 5V в настоящее время составляет менее 10% от всех известных и применяемых напряжений. Расширение сетки питающих напряжений – требование развития

рынка современных электронных устройств. Jauch Quartz неукоснительно следует этой тенденции и в настоящее время предлагает генераторы линейки JO с напряжением питания 5, 3,3, 2,8, 2,5, 1,8 и 1,2V.

Сегодня наиболее востребованы генераторы с напряжением питания 3,3V (ни в коем случае не путать и не применять U=3,0V). Но и здесь имеются свои исключения из правил в зависимости от типа корпуса и частоты, которые лучше предварительно выяснять у специалистов Бюро применения, посоветоваться с ними, какой тип генератора нужно выбрать, если требуется выходной сигнал соответствующей формы.

#### Форма выходного сигнала

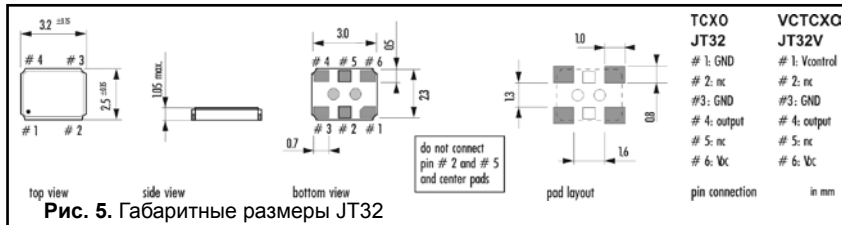
В настоящее время Jauch Quartz производит наряду с линейкой JO, где выходной сигнал HCMOS, генераторы JOE(JVE) с PECL (рис. 4,

**Таблица 5.** Технические параметры JT53L SINUS

type	JT53L / JT53LV	
frequency in MHz	5,0~44,5450 MHz	
frequency stability	at 25°C	±0,5 ppm
	aging first year	±1,0 ppm
	supply voltage change	±0,2 ppm (V <sub>DC</sub> ±5%)
	load change	±0,2 ppm
current consumption max.	2,0 mA	
supply voltage	2,5/2,8/3,0/3,3/5,0V	
output level output load	0,8 Vp-p min. (clipped sine wave)	
	10 kΩ/10 pF	
external tuning range JT53LV	±8 ppm min. (V <sub>control</sub> : 1,5±1,0V)	
storage temperature	-40~+85°C	
phase noise	-130 dBc/Hz at 1,0 kHz	

**Таблица 6.** Технические параметры JT75C

type		JT75C
frequency range		4,0~54,0 MHz
frequency stability	at +25°C	±0,5 ppm
	temperature	±2,5 ppm (others on request)
	aging first year	±1,0 ppm
	supply voltage	±0,2 ppm (at V <sub>DC</sub> ±5%)
	load change	±0,2 ppm
after reflow		± 1,0 ppm
supply voltage V <sub>DC</sub>		1,8/2,5/2,8/3,3 (± 5%)
temperature	operating	-30~+75°C/-40~+85°C
	storage	-40~+125°C
output	rise & fall time	5,0 ns max.
	load max.	15 pF
	current max.	4,0 mA
	low level max.	0,1xVDC
	high level min.	0,9xVDC
harmonics distortion max.		-5,0 dBc
symmetry at 0,5xV <sub>DC</sub>		45%~55% max.
start-up time max.		10 ms
standby current max.		10 µA
output enable time max.		10 ms
output disable time max.		250 ns
Jitter 1 σ		3,0 ps
phase noise at 10 kHz offset		-145 dBc/Hz



**Рис. 5.** Габаритные размеры JT32

**Таблица 7.** Зависимость стабильности от диапазона температур JT32

operating temperature code	frequency stability code					
	Y±5,0 ppm	Z±3,0 ppm	A±2,5 ppm	B±2,0 ppm	C±1,5 ppm	D±1,0 ppm
<b>A:</b> -30~+80°C	○	○	○	○	○	○
<b>B:</b> -20~+70°C	○	○	○	○	○	○
<b>C:</b> -10~+60°C	○	○	○	○	○	○
<b>D:</b> 0~+85°C	○	○	○	○	○	○
<b>E:</b> 0~+55	○	○	○	○	○	○
<b>F:</b> -10~+70°C	○	○	○	○	○	○
<b>G:</b> -30~+75°C	○	○	○	○	○	○
<b>H:</b> -20~+75°C	○	○	○	○	○	○
<b>K:</b> -40~+85°C	○	○	○	○	○	○

\* standard O available

таблицы 1, 2) генераторы JOD(JVD) с LVDS (таблицы 3, 4), генераторы JT(JTV) с SIN и HCMOS (таблицы 5, 6). Как правило, они имеют строго определенные сетки частот, которые удовлетворяют соответствующим схемотехническим решениям и применяются в специализированных приборах. Особенностью генераторов JVE и JVD является расширенный диапазон частот. При этом кварцевые кристаллы изготовлены на первой гармонике (Fund), что, с одной стороны, значительно удорожает их производство из-за уникальности технологии и конструкции кристалла (изготовление проходит по так называемому методу MEZA STR), а с дру-

гой стороны, они позволяют получать хорошие параметры по перестройке кристаллов – необходимое требование для специальных электронных устройств.

Применение таких генераторов строго регламентировано техническими требованиями к приборам, а оптимизация возможна в первую очередь по частоте, корпусу, напряжению питания, диапазону перестройки и параметрам стабильности. Последний критерий, как ни в каком другом генераторе, критичен для линейки генераторов серии JT (JTV), у которых таблица стабильности в зависимости от диапазона температур представляет собой геометрическую прогрессию с практически бесконечным количеством вариантов (рис. 5, таблица 7). Если добавить сюда оптимизацию по типу корпуса и напряжению питания, то самостоятельный выбор оптимального типа невозможен ни при каких условиях даже теоретически. Для таких генераторов цена оптимального выбора наиболее велика, а неточности разработчика измеряются наиболее серьезными потерями в себестоимости приборов, использующих эти типы.

Не буду оригинальным, но для этого случая позволю лишний раз повторить: предварительная консультация со специалистом Бюро применения сэкономит не только значительные материальные средства предприятия при закупках, время конструкторов и снабженцев, но и окажет положительное влияние на конкурентоспособность разработок и производимых электронных приборов.

Автор не претендует истину в последней инстанции, готов вступить в конструктивный диалог и ответить на любые вопросы заинтересованного читателя, касающиеся любого аспекта данной статьи.

Все поднятые в этой статье темы обобщены по результатам многочисленных технических и других консультаций с разработчиками и работниками служб снабжения предприятий электронной отрасли.



**УП «АЛНАР»**  
Официальный представитель  
и дистрибьютор Jauch Quartz GmbH

- Кварцевые резонаторы, генераторы, фильтры.
- Пьезокерамические и ПАВ-резонаторы, фильтры.
- Литиевые элементы питания.
- Технические консультации по оптимальному применению.

Тел./факс: +375 (17) 209-69-97, 202-65-80, тел. моб.: +375 (29) 644-44-09.  
E-mail: jauch@alnar.net – для конструкторов,  
alnar@alnar.net – для служб обеспечения.  
www.alnar.net