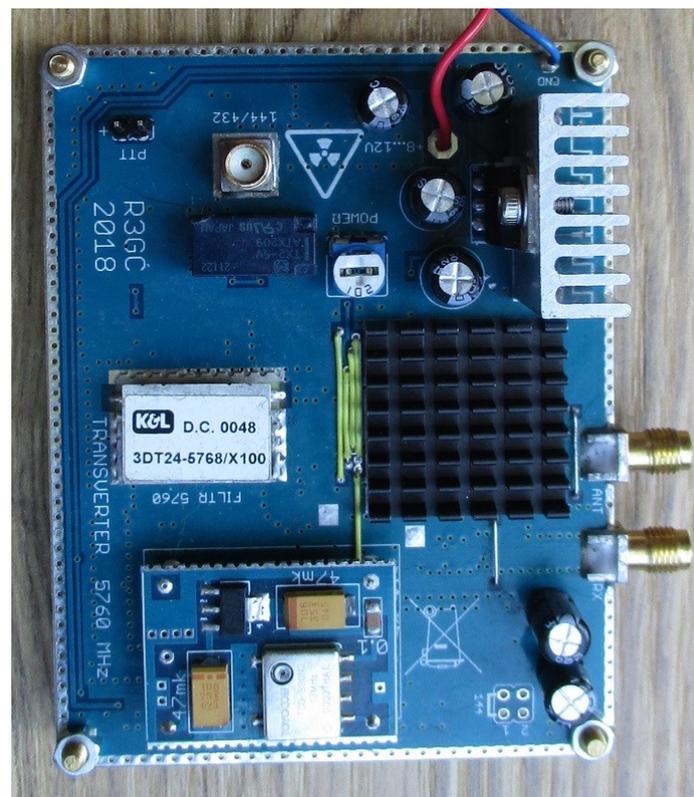


ТРАНСВЕРТЕР 5760 МГц

Трансвертер предназначен для проведения радиоловительских связей в диапазоне 6 см. При самостоятельном изготовлении стоимость всех комплектующих и печатных плат менее 2000 рублей. Возможно проведение местных связей без дополнительного усилителя. Потребуется только трансивер 144/430МГц с выходной мощностью 2-5 Вт и антенна для диапазона 5.7 ГГц.



Трансвертер с баночным фильтром



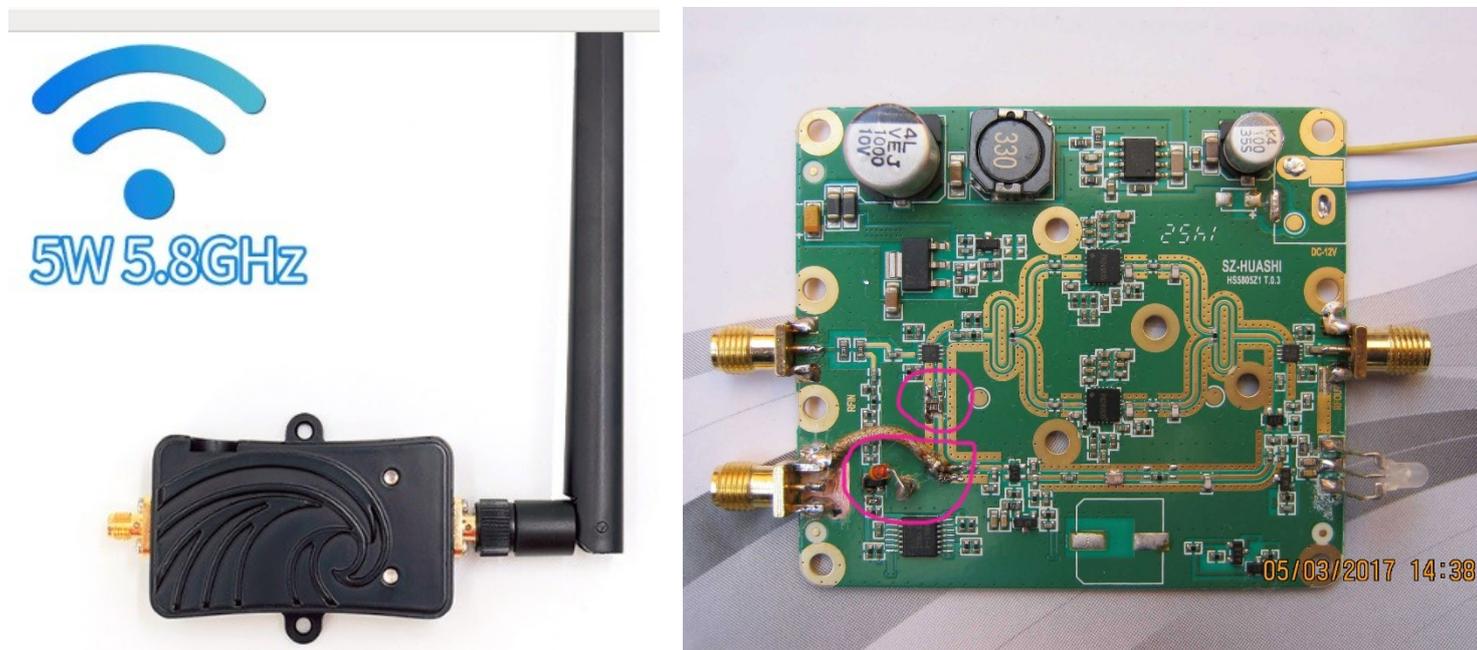
Трансвертер с фильтром на диэлектрических резонаторах

В трансвертере применены современные недорогие импортные комплектующие. Он содержит минимум настроечных элементов. Выходная мощность трансвертера 0.2-0.5Вт. В выходном каскаде применяется микросхема SE5004L с выходной мощностью более 1Вт, но при подключении WI-FI усилителя такая мощность избыточна и может привести к выходу усилителя из строя. Для ограничения мощности применяется аттенюатор перед SE5004L.

В приемном тракте установлен малoshумящий усилитель SKY65404-31. При использовании WI-FI усилителя, имеющего УВЧ, вместо SKY65404-31 можно запаять перемычку. Без модификации платы, для уменьшения усиления, можно применить SMA аттенюатор или подобрать затухание длиной кабеля до WI-FI усилителя.

Плата трансвертера позволяет сделать отдельные выходы RX/TX или сигналы вывести на один разъем с помощью микросхемы коммутатора HWS432. Переключение входов производится перепайкой одного конденсатора возле разъема RX. Сигнал TX пропускается через коммутатор HWS432 в обоих случаях.

В случае вывода сигналов на один антенный разъем возможно подключение антенны или антенного WI-FI усилителя промышленного изготовления.



Блок WI-FI, слева на картинке, содержит приемный усилитель с $NF < 3$ и передающий усилитель мощностью 3.5 Вт. Переключение RX/TX происходит автоматически от ВЧ сигнала. Быстродействие достаточно для работы всеми модами, кроме SSB. Так как антенный WI-FI блок имеет собственный МШУ, усиление блока достаточно для того, чтобы его можно разместить непосредственно возле облучателя антенны. С таким WI-FI блоком и офсетной антенной 60см от спутникового TV в майском СВЧ тесте проведено 5 QSO на расстояние 300-350 км.

Справа на фото (зеленая плата) аналогичный усилитель WI-FI, но более удобный для модификации. На плату ранее был добавлен SMA разъем RX (на фото слева внизу) и подключен сигнал РТТ. Для этого к базе транзистора припаян диод и резистор 10 кОм. Сюда подается плюс 3...5В в режиме TX.

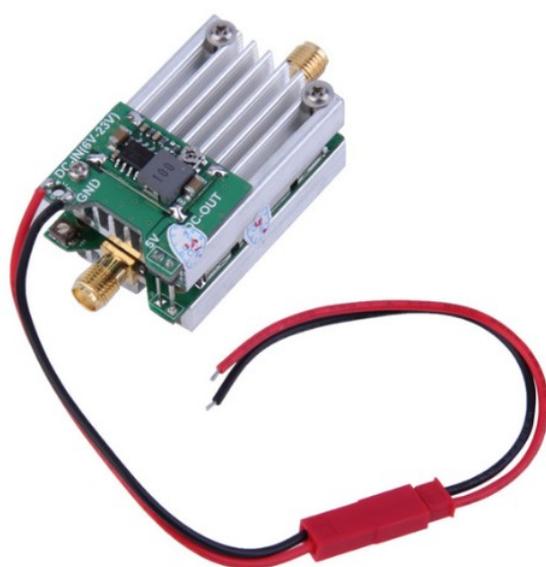
С данным трансвертером разъем RX на плату усилителя WI-FI можно не устанавливать. Сигналы RX и TX подаются по одному кабелю. Плата устанавливается на пластину радиатора. Большое количество крепежных винтов обеспечивает надежный теплоотвод без применения теплопроводной пасты. Пасту применять нельзя. Попадание пасты через отверстия на плату приводит ее в нерабочее состояние. Питательный разъем можно удалить или высверлить в радиаторе отверстия под контактами чтобы исключить КЗ по питанию.

Для местных связей можно обойтись одним трансвертером, просто подключив к нему антенну. Никаких реле при этом не требуется.

Трансвертер с антенным блоком WI-FI можно соединить кабелем с затуханием 7-15 dB. Я применял 3 метра РК50-2-11 или РК50-3-18. Длину можно определить опытным путем по уровню шумов. Желательно чтобы шум было заметно слышно, но S-метр не отклонялся. Потери в кабеле в режиме TX компенсируются мощностью трансвертера. Увеличение мощности трансвертера происходит при вращении подстроечного резистора POWER против часовой стрелки. При этом контролируется ток потребления трансвертера. Обычно раскочки достаточно при токе 0.5-0.7А.

При избыточной мощности на входе WI-FI блока, в нем начинает срабатывать защита по питанию. Это будет видно по хаотичному срабатыванию светодиодов или их гашению. В этом случае необходимо уменьшить мощность. При правильно подобранном уровне сигнала на блоке WI-FI должны четко срабатывать зеленый (TX) и красный (RX) светодиод.

Раздельные СВЧ выходы трансвертера позволяют подключить внешний мощный усилитель, МШУ или усилитель для FPV (на фото ниже). В этом случае для переключения RX/TX потребуется дополнительное SMA реле.



Выходная мощность трансивера, подключенного к трансвертеру кабелем RG-58 и длиной 10 метров устанавливается 5Вт. При более коротком кабеле мощность желательно уменьшить.

Печатные платы заводского изготовления есть двух вариантов: с применением самодельного баночного фильтра, и фильтра на диэлектрических резонаторах заводского изготовления. При использовании баночного фильтра частота ПЧ может быть 144 и 430 МГц. С ДР фильтром частота ПЧ = 430 МГц.

Печатные платы отличаются незначительно. При этом схема и прошивка микроконтроллера остаются без изменений.

В случае применения ДР фильтра настройка трансвертера заключается только в установке выходной мощности подстроечным резистором. Никаких регулировок в СВЧ цепях не требуется. Баночный фильтр также настроить несложно по маяку или максимуму шума в трансивере.

Детали и конструкция:

Материал платы FR4 0.8мм. Плата заводского изготовления PCBWAY. Так как материал FR4 не совсем подходит для СВЧ, а платы от PCBWAY работают нормально, лучше не рисковать и заказывать у них. Для заказа по минимальной стоимости можно зарегистрироваться по моей [ссылке](#). Для заказа со скидкой и по минимальной стоимости заказывать нужно 5 или 10 плат. В случае новой регистрации на сайте и отправки Е-пакетом, заказ 10-ти плат будет стоить менее \$10 с доставкой. Файлы проекта можно скачать с сайта PCBWAY. Расшарить проект не получилось. Это нужно было делать во время заказа. Проект с ДР фильтром у них лежит [здесь](#): Проект под банку [здесь](#):

Вариант самостоятельного заказа плат и покупки радиодеталей наиболее подходит для зарубежных радиолюбителей. Особенно если нужно 5-10 трансвертеров. В этом случае можно значительно уменьшить почтовые расходы и как следствие стоимость трансвертера. В данный момент стоимость основных деталей и платы получается примерно 1800 рублей.

Микросхемы и другие компоненты заказываются на алиэкспресс или EBAY. В основном микросхемы продаются по 5-10 штук, также как и печатные платы. Поэтому нужно или делать такое количество трансвертеров или с кем-то кооперироваться.

Банка фильтра изготавливается из водопроводной заглушки для труб $\frac{3}{4}$ с внешней резьбой.



Заглушка должна быть внутри желтого цвета. Внутренняя поверхность гладкая и блестящая. Такие заглушки хорошо паяются. Внутренняя глубина банки после обточки 12.3 мм+0.5мм. Так как стенки тонкие и резьба получается ненадежной, сверху желательно припаять гайку М4. Винты обычные

оцинкованные размером М4х20. Также для лучшего прижима между гайками применена шайба типа “снежинка”. Длина зондов на плате 4 мм. Зонды должны входить в отверстия на плате с усилием и не изменять свое положение от нагрева при пайке банки фильтра.

Изготовить трансвертер можно даже без приборов. Но желательно иметь маячок и индикатор поля на диоде Д405 для проверки выходной мощности.

Сборка трансвертера:

Сборку трансвертера нужно начинать с облуживания на печатной плате контактных площадок под микросхемы и сами контакты микросхем. Для этой цели хорошо подходит паяльная паста. Лишний припой с платы и микросхем можно убрать посеребряной оплеткой от кабеля.

После облуживания плата и микросхемы промываются спирто-бензиновой смесью (СБС). Микросхемы паяются с помощью специального флюса NC-559 или подобного для BGA микросхем. Он плохо облуживает, но не кипит и хорошо выдерживает высокую температуру при пайке феном QFN корпусов. Температуру фена я ставил 380 градусов. Фен китайский, и точная температура не измерялась.

Далее этот флюс смывается и с помощью канифольного флюса облуживаются торцы микросхем. С помощью предыдущего флюса это сделать тяжелее.

Затем паяются разъемы, переключки и остальные элементы. Особое внимание следует обратить при пайке ДР фильтра. Достаточно припаять легкоплавким припоем вход/выход и рядом землю в двух точках. Если землю опаять по контуру есть возможность выхода фильтра из строя. С баночным фильтром никаких проблем не было

В трансвертер можно установить непосредственно на плату термостатированный опорный генератор ISOTEMP 13 МГц. Опорный генератор ISOTEMP хорош тем, что не требует подстройки частоты. Частота точно устанавливается на заводе изготовителе и регулировки не требует, в отличие от опорников СМАС и др. подходящих по разводке контактов. Если ISOTEMP не применяется, то для меньшего нагрева на трансвертер можно подать напряжение питания 8-9В.

Для удешевления конструкции можно применить термокомпенсированный опорный генератор на отдельной плате. Плата устанавливается вместо ISOTEMP на проволочных стойках и закрывается со всех сторон пенопластом для лучшей стабильности.

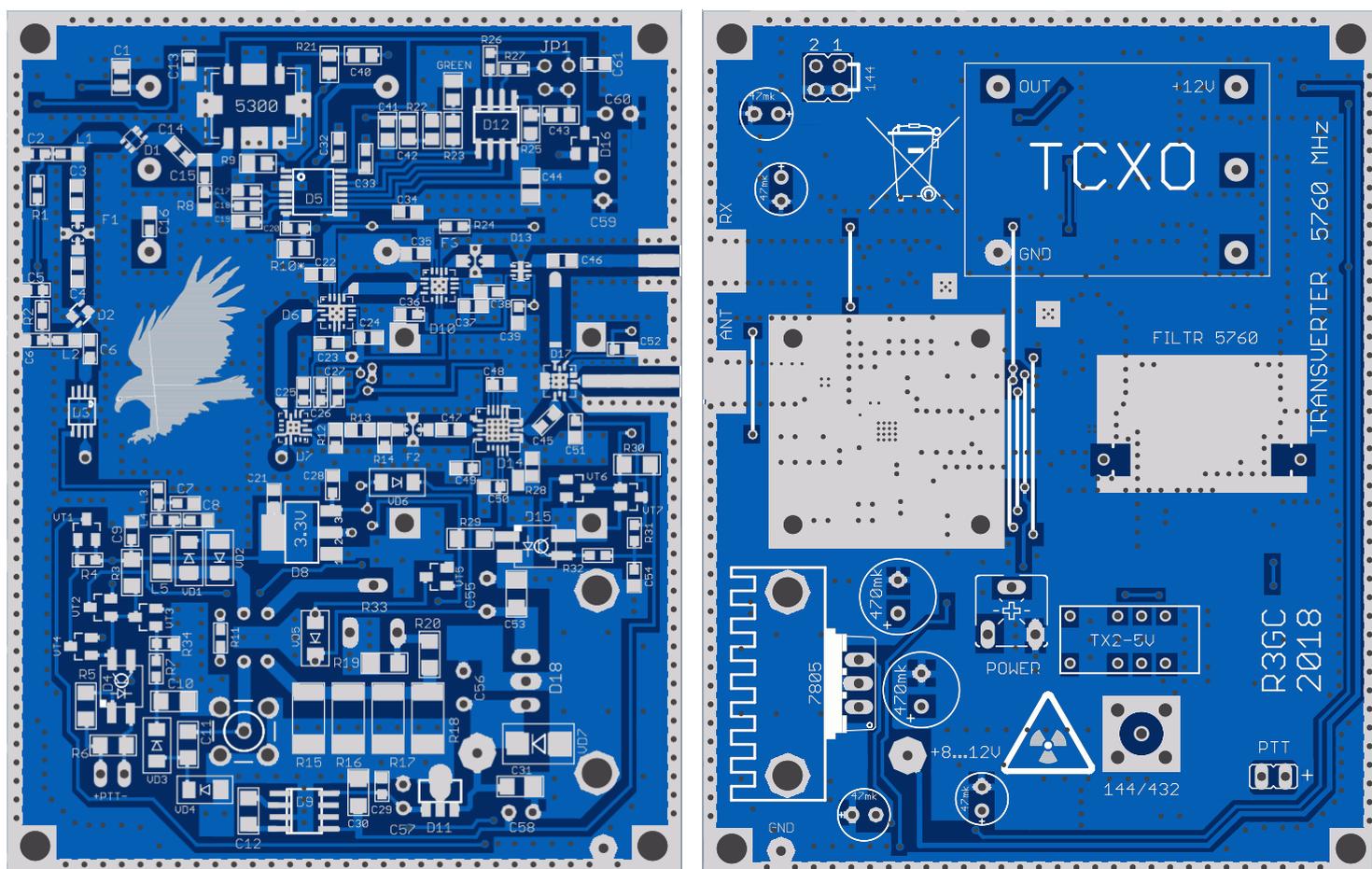
Выходную мощность трансвертера можно увеличить до 1Вт убрав аттенюатор перед SE5004L. Но без специального охлаждения, мощность не следует выжимать до максимума. Ток потребления в режиме ТХ не должен

превышать 1А. На корпус SE5004L приклеивается небольшой радиатор. Чтобы радиатор не касался электрических цепей, конденсаторы вокруг SE5004L, под радиатором, устанавливаются типоразмера 0402.

Частота ПЧ с установленной перемычкой JP1 равна 144.000 МГц. Частота трансвертера при этом =5760.000 МГц. Без перемычки частота ПЧ= 430 МГц. Точность установки зависит от опорного генератора

Сигнал РТТ –постоянное напряжение 8-15 Вольт. Цепь РТТ от корпуса изолирована. Сигнал РТТ подключается к трансиверу согласно документации. К примеру KENWOOD TS-780 в режиме TX выдает +8 Вольт на контакт разъема на задней стенке. Это напряжение нужно подать на контакт +РТТ. Минус РТТ соединить с минусовым проводом. У других трансиверов может быть выход с открытым коллектором. Для такого подключения необходимо соединить + РТТ с плюсом источника питания, а минус подключить к трансиверу. В любом случае эта цепь высокоомная и экспериментировать можно без опасности повреждения аппаратуры. Нельзя только подавать напряжение свыше 30 Вольт.

Для работы FM можно РТТ не подключать. Трансвертер переходит на передачу от ВЧ сигнала.



Расположение деталей на плате.

Список элементов и принципиальная схема трансвертера.

C1	100n	C31	100n	R1	10	R31	4,7k	D10	SKY85703
C2	1n	C32	100n	R2	47	R32	4,7k	D11	78L06
C3	6.8	C33	100n	R3	4,7k	R33	200 подстр	D12	ATTINY13
C4	6.8	C34	100n	R4	4,7k	R34	120k	D13	SKY65404
C5	100n	C35	1n	R5	4,7k			D14	SE5004L
C6	1n	C36	1n	R6	4,7k	VD1	LL4148	D15	PC817
C7		C37	1n	R7	680	VD2	LL4148	D16	XC6206
C8		C38	1n	R8	75	VD3	LL4148	D17	HWS432
C9	100n	C39	1n	R9	4,7k	VD4	LL4148	D18	7805
C10	2700	C40	130	R10	75*	VD5	LL4148		
C11	1.8	C41	413	R11	51	VD6	LL4148	LED	GREEN
C12	10mk	C42	5100	R12	100	VD7	защитный	реле	TX2-5V
C13	100n	C43	100n	R13	75				
C14	22	C44	100n	R14	100	VT1	P-CH AO3401	J1	RX SMA
C15	1.8	C45	6.8	R15	200 1W	VT2	P-CH AO3401	J2	ANT SMA
C16	100n	C46	6.8	R16	200 1W	VT3	NPN	J3 вертикальный	144/432 SMA
C17	51	C47	6.8	R17	200 1W	VT4	N-CH AO3400		
C18	51	C48	1n	R18	200 1W	VT5	N-CH AO3400	F1	5515BP15C1020E
C19	100n	C49	1n	R19	910	VT6	P-CH AO3401	F2	5515BP15C1020E
C20	1n	C50	1n	R20	270	VT7	P-CH AO3401	F3	5515BP15C1020E
C21	100n	C51	22	R21	3k			FILTR	5G7 банка
C22	1n	C52	22	R22	1,6k	D1	MGA86563		
C23	1n	C53	100n	R23	390	D2	MGA81563	G1	13 MHz
C24	1n	C54	100n	R24	110	D3	HMC219	G2	SM2600
C25	1n	C55	470mk	R25	4,7k	D4	PC817	L1	22nH
C26	1n	C56	470mk	R26	47	D5	ADF4113	L2	5.6nH
C27	1n	C57	47mk	R27	47	D6	SKY85703	L3, L4, L5	0R перемычка
C28	100n	C58	47mk	R28	47k	D7	SKY85601	Радиатор 2шт	
C29	100n	C59	47mk	R29	390	D8	AMS1117-3.3	Радиатор SE5004L	
C30	1mk	C60	47mk	R30	4,7k	D9	7660	печатная плата	печатная плата опорника

Резистор R10* устанавливается при подключении коаксиальным кабелем внешнего опорного генератора. Конденсаторы C7, C8 и индуктивности L3, L4, L5 устанавливаются в случае необходимости применения LC фильтра по ПЧ.

Прошивка микроконтроллера ATTINY13 происходит с заводскими установками FUSE бит. Для надежного запуска синтезатора необходимо дополнительно включить FUSE-бит BODLEVEL 2.V. С некоторыми экземплярами TINY13 иногда не происходил надежный запуск. Хотя микросхемы из другой партии запускались без проблем и с выключенным по умолчанию BODLEVEL.

