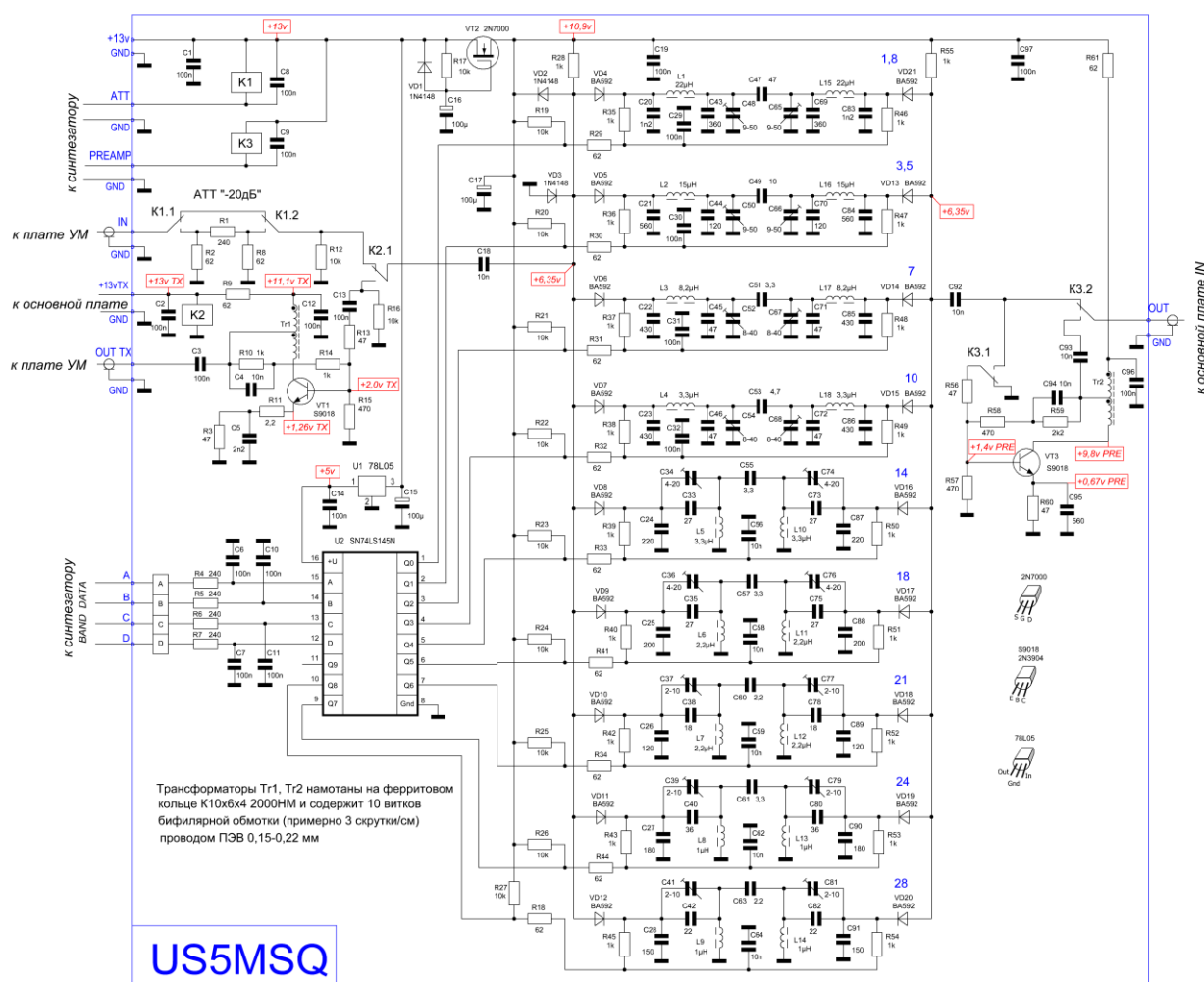


## КВ трансивер STEP-II, плата ДПФ

В состав платы входят отключаемый усилитель высокой частоты VT3(УВЧ), аттенюатор -20дБ, дешифратор диапазонов, предварительный усилитель мощности передатчика VT1(ПУМ), и, собственно, сам девяти диапазонный ПДФ, выполненный на основе двухконтурных полосовых фильтров с диодной коммутацией. Для снижения трудоёмкости изготовления и улучшения повторяемости в домашних условиях в качестве катушек индуктивности применены готовые стандартные дроссели («зелёные полосатики»). Плата рассчитана на «прямое» подключение к синтезатору Ёжик – без каких-либо промежуточных каскадов, но может быть легко сопряжена с любым другим синтезатором, имеющим такую же кодировку диапазонов:

Diap	1,8 МГц	= 0000
Diap	3,5 МГц	= 1000
Diap	7 МГц	= 0100
Diap	10 МГц	= 1100
Diap	14 МГц	= 0010
Diap	18 МГц	= 1010
Diap	21 МГц	= 0110
Diap	24 МГц	= 1110
Diap	28 МГц	= 0001

Соответственно Diap = код, поступающий от синтезатора на разъём ABCD платы ПДФ, и далее на вход дешифратора диапазонов U2. Логическая единица соответствует постоянному напряжению +4...+5 В. В качестве дешифратора диапазонов применяется микросхема SN74LS145 (K155ИД10, K555ИД10). Она имеет достаточно мощный (ток до 80 мА) выход с открытым коллектором, что позволяет коммутировать диапазоны без дополнительных транзисторных ключей.



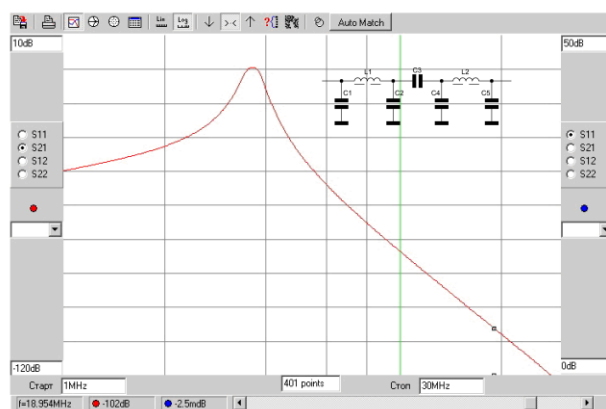
Принципиальная схема платы ПДФ TRX STEP II ver.1.53

Принципиальная схема платы ПДФ показана в режиме приёма. Сигнал с антенны через плату ФНЧ и контакты реле, размещённого на плате усилителя мощности, поступает на вход платы ПДФ (разъём IN) и через нормально замкнутые контакты реле K1, K2 и разделительный конденсатор C18 на общую шину подключения анодов входных коммутирующих диодов VD4-VD12. К этой же шине для большей надёжности подключены диоды VD2, VD3, защищающие схему от опасных напряжений, порой возникающих на антенном входе. При превышении амплитуды входного напряжения примерно 5В, диоды VD2, VD3 отпираются и шунтируют опасный сигнал, причём кратковременно могут через себя пропускать ток до нескольких ампер. В нормальном режиме на входной шине присутствует постоянное напряжение смещения примерно +6,35В, они закрыты и совершенно не влияют на тракт. Резистивный аттенуатор –20 дБ выполнен на резисторах R1, R2, R8 и может быть полезен при большом уровне входных сигналов. Он включается замыканием контакта платы АТТ на общий провод при включении на синтезаторе команды АТТ.

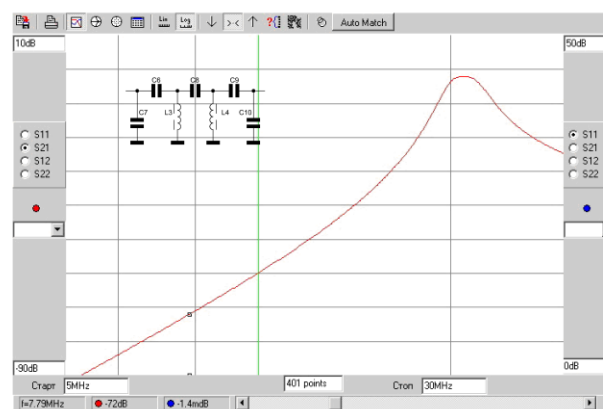
Для определённости будем считать, что включён диапазон 3,5 МГц, т.е. на вход дешифратора U2 поступает код 1000. Соответствующий выход (вывод 2) дешифратора открывается и через цепь R28, VD5, R30, R36 проходит постоянный ток порядка 5 мА, подключая к входной шине через низкое дифференциальное сопротивление диода VD5 вход двухконтурного ПДФ диапазона 3,5 МГц, одновременно ток, проходящий цепь R55, VD13, R47, R30, подключает через низкое сопротивление диода VD5 выход двухконтурного ПДФ к выходной шине (аноды VD13-VD21). И далее уже отфильтрованный от внеполосных помех сигнал через разделительный конденсатор C92 поступает на выход платы ПДФ (разъём OUT) и затем на вход основной платы. При этом на выходной шине присутствует постоянное напряжение смещения примерно +6,35В. Т.к. на катоды коммутирующих диодов остальных диапазонов поступает почти полное напряжение питания +10,9 В, то они остаются надёжно закрытыми.

В качестве коммутирующих применены современные переключающие диоды BA592. При постоянном токе всего 5 мА, протекающем через открытые диоды, их дифференциальное сопротивление не более 0,3 Ом, а в закрытом состоянии, при подаче запирающего напряжения 4В, у них обратная ёмкость не более 0,8 пФ, что сопоставимо с параметрами электромеханических реле, но заметно экономичнее. В результате ток потребления платы (без включённых каскадов УВЧ и ПУМ) не превышает 14 мА! При включении УВЧ достигает 45 мА, а при включении режима передачи – 55 мА. Для исключения помех по цепи питания диодного коммутатора диапазонов используется активный фильтр на полевом транзисторе VT2.

Для упрощения конструкции и настройки для селекции диапазонов применены двухконтурные ПДФ, а для лучшего подавления зеркальной частоты на нижних диапазонах (1,8-10 МГц) применяется вариант полосового фильтра с продольным (по схеме) расположением катушек индуктивности, обеспечивающий большее подавление в дальней зоне АЧХ — выше по частоте от полосы пропускания, а на верхних диапазонах (14-18МГц) — вариант фильтра с поперечным катушек, обеспечивающий большее подавление ниже по частоте. Схемы базовых звеньев ПДФ на НЧ и ВЧ диапазоны и их типовые АЧХ приведены на рисунке

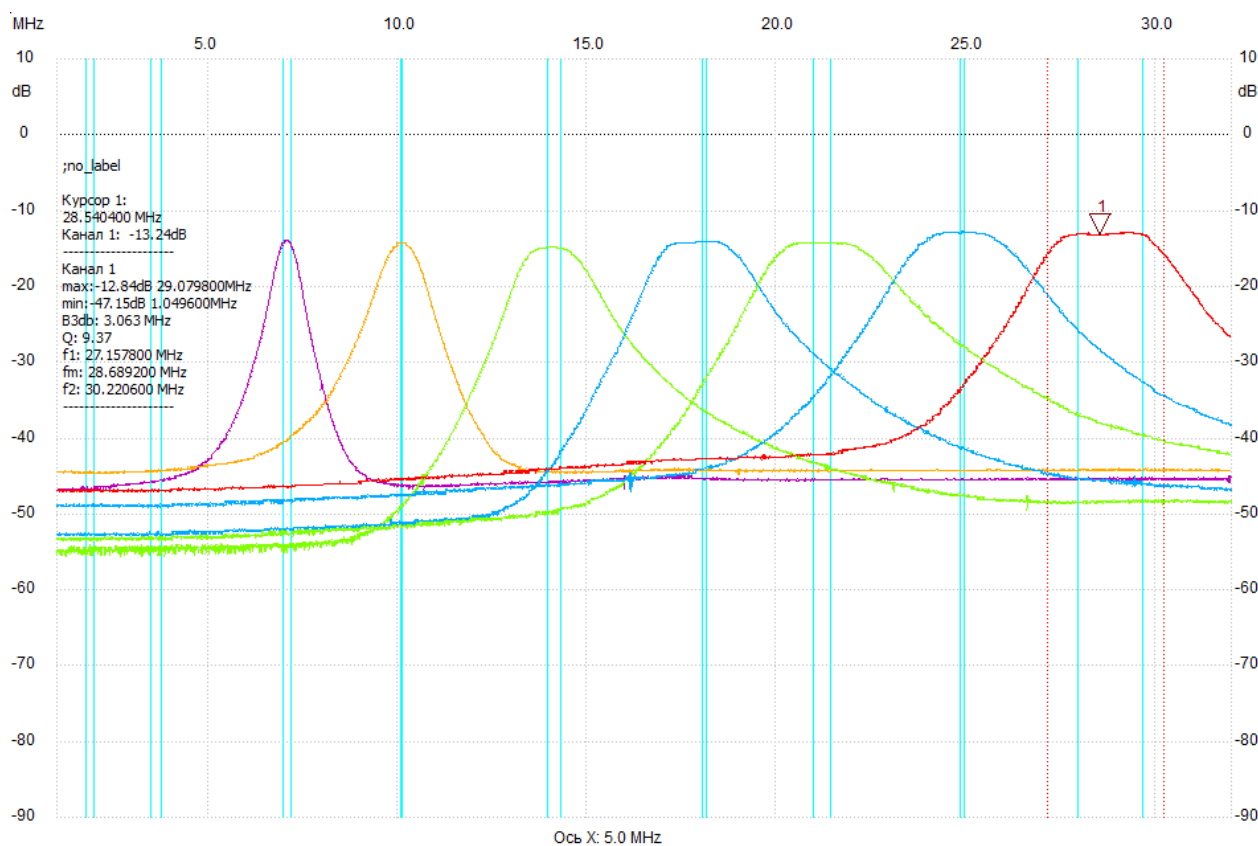
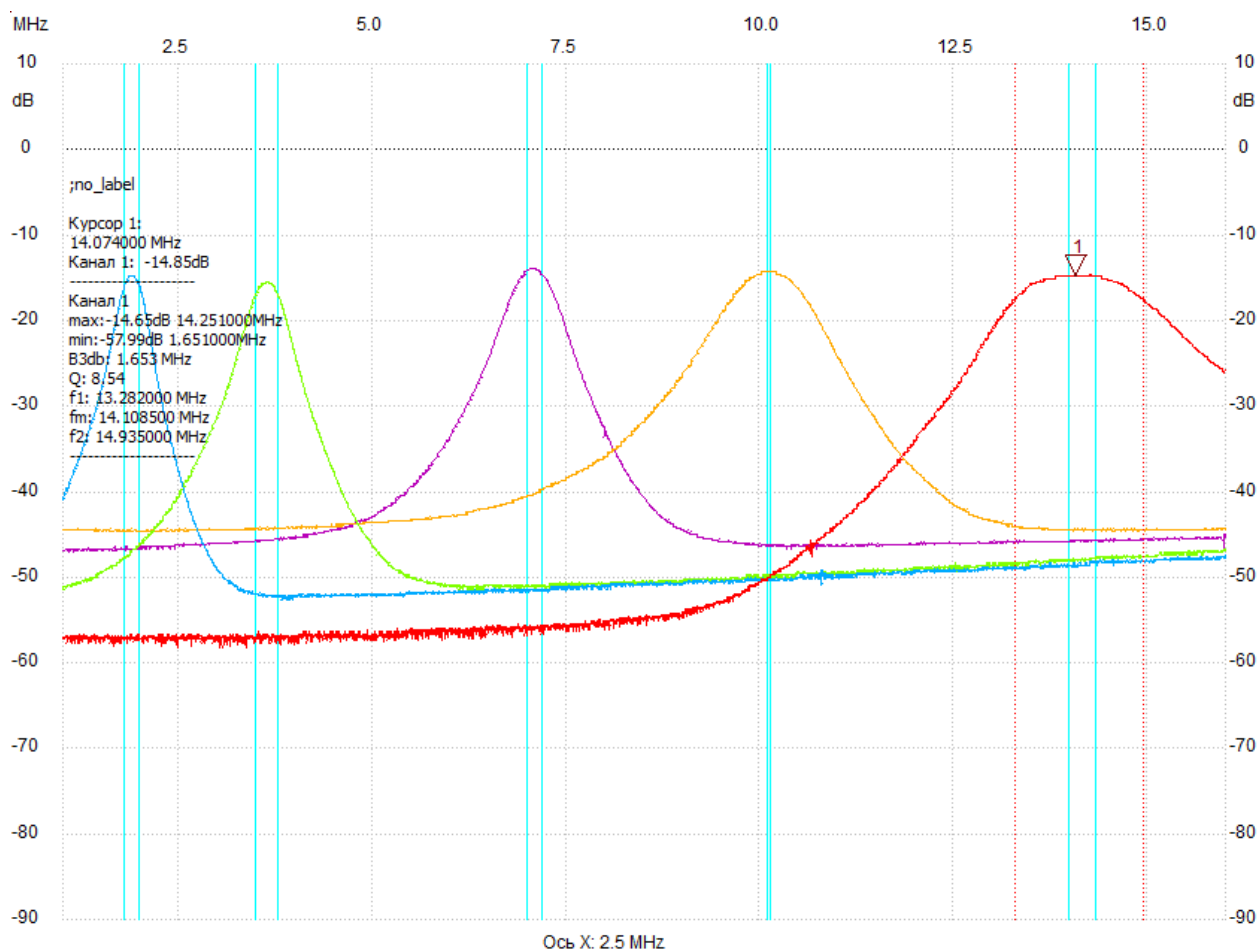


АЧХ и схема прототипа НЧ звена (3,5МГц)

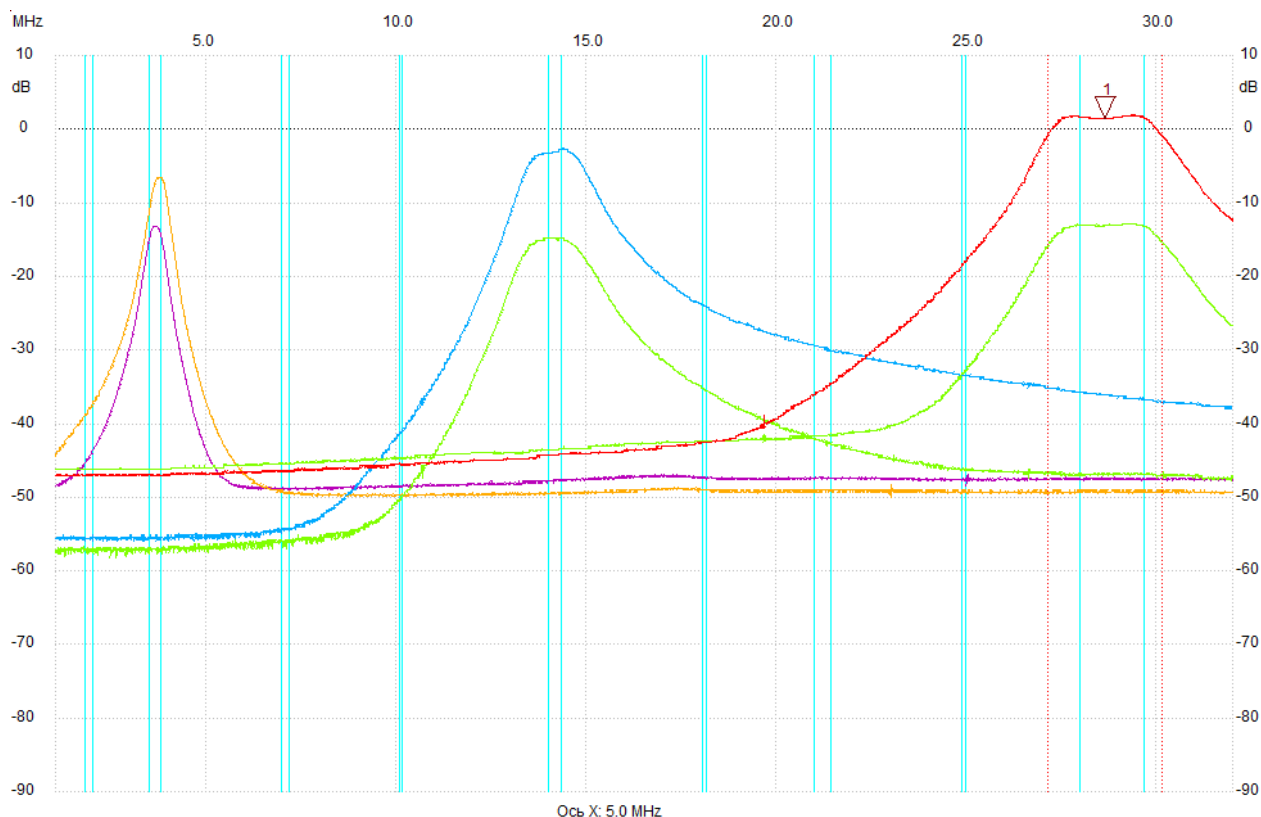


АЧХ и схема прототипа ВЧ звена (21МГц)

Практически полученные при помощи NWT АЧХ ПДФ показы ниже. Платы располагались просто на рабочем столе, без какой-либо экранировки, длина подводящих сигналы проводов также не оптимизировалась. В NWT был включён аттенюатор на -10 дБ.



Потери сигнала в полосе пропускания на верхних диапазонах не превышают 4 дБ, а на нижних – не более 6 дБ. Последнее сделано специально путем уменьшения межконтурной ёмкости связи для выравнивания уровня выходного сигнала ПУМ в режиме ТХ и, в общем-то полезно и в режиме приёма, т.к., частично компенсирует повышенный уровень шумов и помех на НЧ диапазонах. С этой же целью сделана частотная коррекция усиления и в УВЧ, выполненном на транзисторе VT3 по типовой трансформаторной схеме. При указанной на схеме величине конденсатора С95 коэффициент усиления УВЧ плавно изменяется от +6 дБ на диапазоне 1,8 МГц до +15 дБ на диапазоне 28 МГц



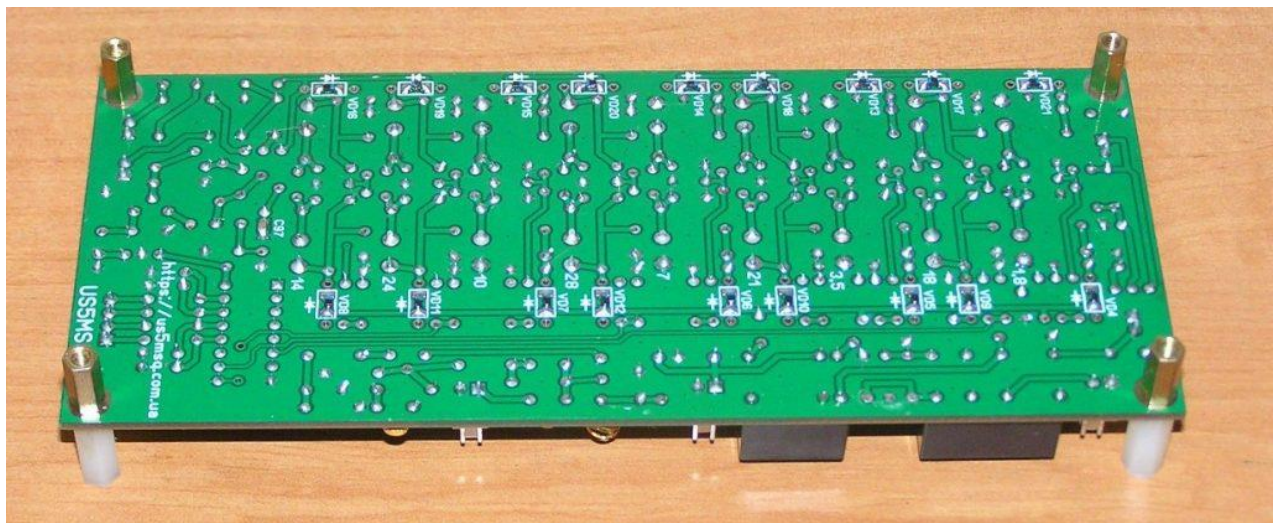
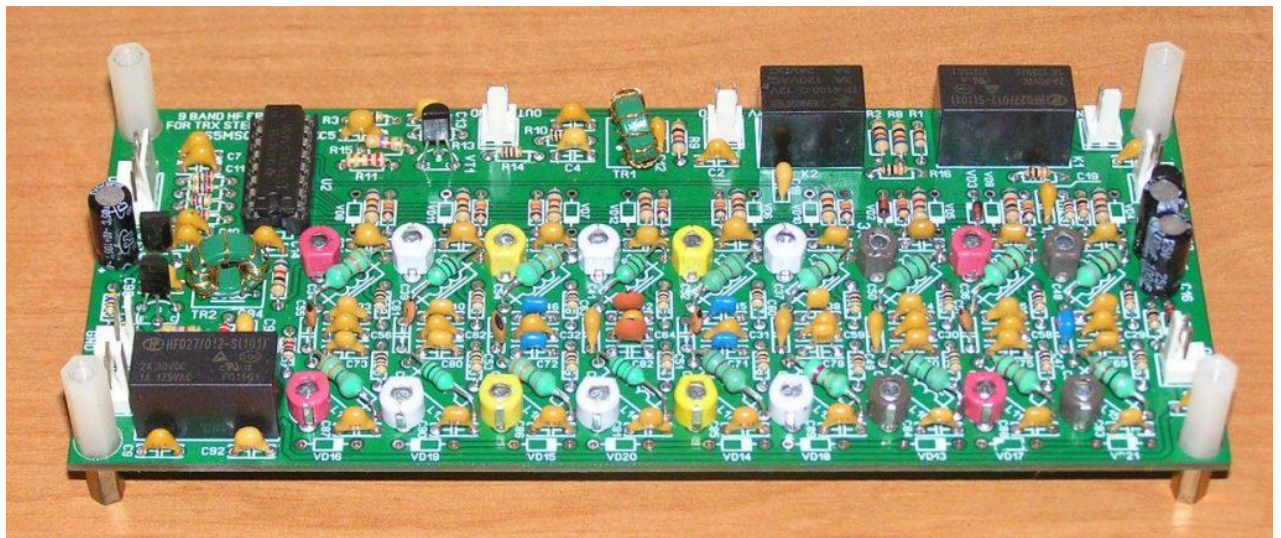
Включается УВЧ замыканием контакта платы PREAMP на общий провод. Работает УВЧ только в режиме приёма при включении на синтезаторе команды PRE.

При переходе в режим передачи (ТХ) команды с синтезатора:

- принудительно отключают реле К3, обесточивая УВЧ, даже если он был включён в режиме приёма,
- принудительно включают реле К1, подключая аттенюатор -20дБ, даже если он был выключен в режиме приёма, что полезно при переходе в режим передачи (ТХ) для улучшения развязки вход/выход УМ
- подают напряжение питания ПУМ +13 В на контакт +13vTX с одноимённого контакта основной платы. При этом срабатывает реле К2 и подключает бывший вход, теперь уже выход, ПДФ ко входу ПУМ-а, выполненном на транзисторе VT3 также по типовой трансформаторной схеме. Благодаря частотной коррекция усиления, выполненной на конденсаторе С5, уровень выходного напряжения достаточно равномерный на всех диапазонах и на нагрузку 51 Ом в режиме CW составляет примерно 200-250 мВэфф.



**Конструкция и детали.** Все компоненты смонтированы на печатной плате из двухсторонне фольгированного стеклотекстолита размером 160x68 мм



Плата рассчитана на установку малогабаритных выводных радиодеталей, перечень и требуемые параметры которых приведён в таблице

№п/п	Обозначение	Наименование	Номинал	Кол-во, шт
1		Плата печатная с маской и маркировкой	160x68 мм	1
2	C1,C2,C3,C6,C7,C8,C9,C10,C11, C12,C13,C14,C19,C29, C30,C31,C32,C96,C97	Конденсатор керамический	100nF(104) Y5V	19
3	C4,C18,C56,C58,C60,C62,	Конденсатор керамический	10nF(103) X7R,Y5V	10
4	C5	Конденсатор керамический	2,2nF(222) NP0, X7R	1
5	C15,C16,C17	Конденсатор электролитический	100µF	3
6	C20,C83	Конденсатор керамический	1,2nF(122) NP0, X7R	2
7	C21,C84,C95	Конденсатор керамический	560pF(561) NP0	3
8	C22,C23,C85,C86	Конденсатор керамический	430 pF(431) NP0	4
9	C24,C87	Конденсатор керамический	220 pF (221) NP0	2
10	C25,C88	Конденсатор керамический	200 pF (201) NP0	2
11	C26,C44,C70,C89	Конденсатор керамический	120 pF (121p) NP0	4
12	C27,C90	Конденсатор керамический	180 pF (181p) NP0	2
13	C28,C91	Конденсатор керамический	150 pF (151) NP0	2
14	C33,C35,C73,C75	Конденсатор керамический	27 pF (270) NP0	4
15	C34,C36,C74,C76	Подстроечный конденсатор красный	4-20 pF	4
16	C37,C39,C41,C77,C79,C81	Подстроечный конденсатор белый	2-10 pF	6
17	C38,C78	Конденсатор керамический	18 pF (180) NP0	2
18	C40,C80	Конденсатор керамический	36 pF (360) NP0	2
19	C42,C82	Конденсатор керамический	22 pF (220) NP0	2
20	C43,C69	Конденсатор керамический	360 pF (361) NP0	2
21	C45,C46,C47,C71,C72	Конденсатор керамический	47 pF (470) NP0	5
22	C48,C50,C65,C66	Подстроечный конденсатор коричневый	9-50 pF	5
23	C49	Конденсатор керамический	10 pF (100) NP0	1
24	C51,C55,C57,C61	Конденсатор керамический	3,3 pF (3p3) NP0	4
25	C52,C54,C67,C68	Подстроечный конденсатор жёлтый	8-40 pF	4
26	C53	Конденсатор керамический	4,7 pF (4p7) NP0	1
27	C59,C63	Конденсатор керамический	2,2 pF (2p2) NP0	2
28	R1,R4,R5,R6,R7	Резистор постоянный	240 Ом	5
29	R2,R8,R9,R18,R29,R30,R31,R32, R33,R34,R41,R44,R61	Резистор постоянный	62 Ом	13
30	R3,R13,R56,R60	Резистор постоянный	47 Ом	4

31	R10,R14,R28,R35,R36,R37, R38,R39,R40,R42,R43,R45, R46,R47,R48,R49,R50,R51, R52,R53,R54,R55	Резистор постоянный	1 kОм	22
32	R11	Резистор постоянный	2,2 Ом	1
33	R12,R16,R17,R19,R20,R21, R22,R23,R24,R25,R26,R27	Резистор постоянный	10 kОм	12
34	R15,R57,R58	Резистор постоянный	470 Ом	3
35	R59	Резистор постоянный	2,2 kОм	1
36	VT1,VT3	Транзистор биполярный	S9018	2
37	VT2	Транзистор полевой	2N7000	1
38	VD1,VD2,VD3	Диод кремниевый	1N4148	3
39	VD4,VD5,VD6,VD7,VD8,VD9, VD10,VD11,VD12,VD13, VD14,VD15,VD16,VD17, VD18,VD19,VD20,VD21	Диод переключательный	BA592, КД409а	18
40	U1	Стабилизатор интегральный TO92	78L05	1
41	U2	Дешифратор	74LC145N, K555ИД10	1
42		панелька для микросхемы	16 pin	1
43	L1,L15	Дроссель аксиальный 0307, 0410	22 µH	2
44	L2,L16	Дроссель аксиальный 0307, 0410	15 µH	2
45	L3,L17	Дроссель аксиальный 0307, 0410	8,2 µH	2
46	L4,L5,L10,L18	Дроссель аксиальный 0307, 0410	3,3 µH	4
47	L6,L7,L11,L12	Дроссель аксиальный 0307, 0410	2,2 µH	4
48	L8,L9,L13,L14	Дроссель аксиальный 0307, 0410	1 µH	4
49	Tr1,Tr2	Кольцо ферритовое K10x6x3 мм	2000НН	2
50		Провод медный ПЭВТЛ-2 - 0,22	1 м	1
51	K1,K3	Реле электромеханическое	HK19F(4078)	2
52	K2	Реле электромеханическое	HK4100F(JRC-21)	1
53		Соединители мама-папа 2,54 мм 2pin		7
54		Соединители мама-папа 2,54 мм 4pin		1

Вместо BA592 можно применить как SMD диоды BA591, BAR63-02, так и обычные выводные типа BA283, BA482, BA483 или отечественные КД409а – на плате предусмотрено место монтажа для обоих типов. Все дроссели следует монтировать так, чтобы нижний край корпуса дросселя был над поверхностью платы на высоте примерно 1-1.5мм. Полевой транзистор 2N7000 может быть заменен BSN254, ZVN2120a, КП501а и даже кремниевый биполярный п-р-п с бегой не менее 500, например, BC547C. Вместо S9018 можно применить КТ368. Диоды 1N4148 можно заменить на любые кремниевые – КД503, КД509, КД521, КД522. Трансформаторы Tr1, Tr2 наматываются на покрытом защитным лаком кольце К10х6х3 мм проницаемостью 2000 бифилярно проводом ПЭВТЛ 0,23, который не требует предварительной зачистки провода от лака и хорошо облуживается/паяется хорошо прогретым (до 300-350 градусов) паяльником. Для намотки берётся два одинаковых проводника длиной 18 см и скручиваются руками до уровня примерно 3-х скруток на см. Намотку ведём, равномерно укладывая витки по диаметру кольца. Получается порядка 10 витков. Обмотку ничем не фиксировал, жесткости провода хватает, но по окончании настройки рекомендуется трансформаторы приклеить к плате термоклеем. Следует быть внимательным при распайке обмоток трансформаторов (начала обмоток отмечены на принципиальной схеме точками). Проверить правильность фазировки обмоток трансформаторов можно при помощи измерителя индуктивности (если он есть) – индуктивность всей обмотки (на крайних выводах) должна быть примерно в 4 раза больше индуктивности половины (между отводом и любым из крайних выводов) обмотки.

Готовую печатную плату, как и весь набор деталей для сборки основной платы трансивера STEP II, можно приобрести [здесь](#).

**Настройка.** Собранная без ошибок плата, как правило, запускается сразу и вся настройка в общем-то сводится к регулировке соответствующими подстроечными конденсаторами частоты контуров ПДФ на максимум передачи сигнала в середине соответствующего диапазона. И тем не менее полезно пройти все этапы проверки работоспособности узлов и каскадов. Для настройки нам потребуются как минимум цифровой мультиметр и [простой ВЧ пробник](#) к нему, а также настроенная основная плата и синтезатор Ёжик.

Перед первым включением платы ПДФ нужно ещё раз внимательно проверить монтаж, подключить все показанные на схеме внешние цепи и узлы (основную плату и синтезатор). Напряжение питания установить 13,8В. Ток потребления (без включённых каскадов УВЧ и ПУМ) на любом из диапазонов не должен превышать 15 мА. При включении аттенюатора ток не должен превышать 30 мА, при включении УВЧ не должен превышать 50 мА, а при включении режима передачи – 60 мА. Данные по потребляемому току соответствуют реле с сопротивлением обмотки примерно 700 Ом, которыми комплектуется набор, и могут отличаться при другом сопротивлении обмоток. Затем цифровым мультиметром в режиме вольтметра проверяем режимы по постоянному току на соответствие указанным на схеме, разумеется, что для проверки режимов УВЧ и ПУМ их нужно будет включить.

Закончив проверку режимов основных узлов, приступаем к собственно настройке ПДФ. Это можно сделать традиционно – по максимальному уровню принимаемого сигнала в середине диапазона, но лучше всего её выполнить в режиме передачи CW, используя сам трансивер в качестве источника испытательного сигнала. Для этого на выход ПУМ-а подключаем резистор 51 Ом, параллельно которому для контроля уровня выходного сигнала подключаем диодный ВЧ пробник. Выбираем требуемый для настройки диапазон, переходим на его середину, включаем на синтезаторе режим CW, временно ставим перемычку (джампер) на разъём KEY и переводим трансивер в режим передачи. Попеременно подстраивая триммеры обоих контуров добиваемся максимальных показаний диодного ВЧ пробника – примерно 200-250 мВэфф. Вот вся настройка.

Сергей Беленецкий (US5MSQ)  
Июнь 2019г.  
г. Киев

Источник материала: [авторский сайт](#)