Многофункциональный БП для трансивера

Проектируя новый БП для трансивера, следует учесть несколько факторов: во-первых, нужно предусмотреть достаточный режим питания стандартного трансивера с выходной мощностью до 100 Вт (Iнагр. max ≈ 23 А), во-вторых, необходимо обеспечить неизменное стабилизированное выходное напряжение БП в широком диапазоне напряжений питающей сети, в-третьих, сам блок питания не должен создавать помех, ни питаемой аппаратуре, ни в питающую сеть и быть развязанным с указанных сторон, в четвёртых, БП должен обеспечивать максимальный КПД, с целью экономии электроэнергии и минимального нагрева.

Итак, цели и задачи поставлены, отсюда, блок питания следует изготавливать не на импульсной основе (недостаток – значительная масса, однако, для стационарного использования, это не имеет решающего значения), на основе силового трансформатора (трансформаторов, в том числе и унифицированных - накальных). Современные унифицированные трансформаторы (например, ТН-60, ТН-61) имеют всего одну сетевую обмотку, рассчитанную, как правило, на 220 В, поэтому регулировку согласования первичных обмоток с сетью способом как в [1] не удастся, придётся устанавливать переключатель с мощными контактами во вторичных цепях, такой переключатель позволит адаптивно обеспечить высокий КПД БП и малый нагрев регулирующих элементов в нём, при повышенных напряжениях в сети, и избежать просадки напряжения питания трансивера, при больших токах нагрузки и пониженных напряжениях в сети. Развязку БП от питающей сети следует производить с помощью, хотя бы, простейших фильтров. Отдельный вопрос, на который следует обратить внимание: если есть возможность осуществить отдельное качественное заземление радиоаппаратуры, третий провод сетевого шнура (зануление) следует отрезать в вилке (что лучше), или использовать розетку только с двумя проводами (фазой и нулём), чтобы не влиять на зануление всего здания и не подвергаться опасности, в случае случайного исчезновения такого зануления или нулевого провода в сети.

На Рис. 1 приведена принципиальная схема основного стабилизатора проектируемого нового блока питания (БП).

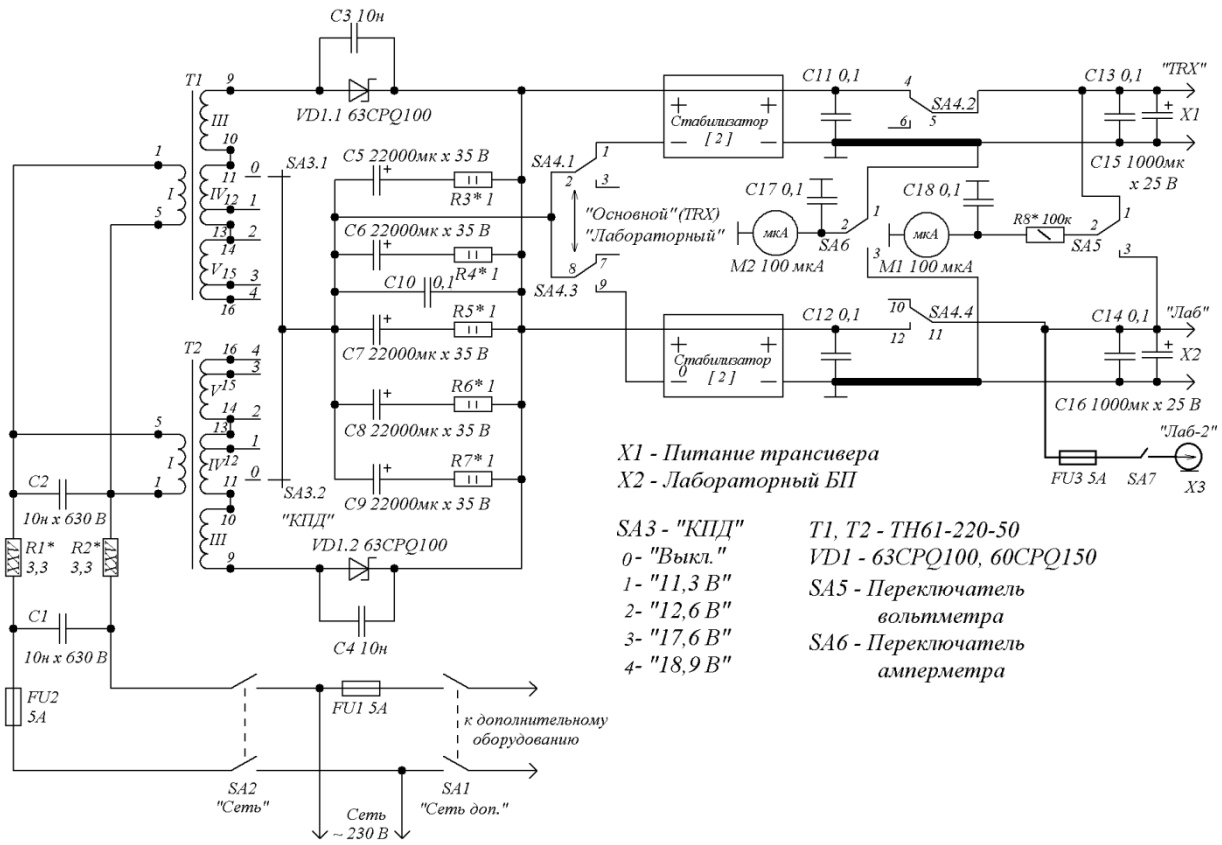

Рис. 1. Блок питания. Схема основного стабилизатора принципиальная электрическая. Переключателем SA3 с двумя группами мощных контактов с надписью “КПД”, установленном на передней панели, можно производить дискретную установку входного напряжения, подаваемого на выпрямительные диоды (диодную сборку VD1), обеспечивающего экономию электроэнергии, минимальный нагрев регулирующих транзисторов в схемах стабилизации напряжений, в зависимости от токов нагрузок. Через переключатель SA4, вместо основного стабилизатора питания трансивера (TRX) подключается лабораторный стабилизатор (Лаб), полностью повторяющий основной (может быть использован в качестве аварийного, при выходе из строя основного). В положении “0” SA3 обеспечивается отключение основного и “лабораторного” (см. ниже) стабилизаторов, при функционирующем стабилизаторе 5 В с USB-выходами. Также, при этом, имеется возможность подключения сети через отдельный выключатель и предохранитель для питания дополнительного оборудования (паяльник, адаптеры, настольная лампа, тройник, переходник на евро-розетку и т. п.) на передней панели корпуса БП

При включении сети выключателем SA2 (SA1 включает дополнительное оборудование с сетевым питанием 230 В, без включения БП в сеть), электрический ток устремится в цепи первичных обмоток силовых трансформаторов T1 и T2, включенные параллельно. Для обеспечения безопасности, последовательно в общей цепи первичных обмоток установлен плавкий предохранитель FU1, для развязки по сигналам и помехам, а также согласования БП с сетью, между ними установлен простейший симметричный RC-фильтр C1C2R1R2 (стандарт сети ныне– 230 В, трансформаторы рассчитаны на напряжение 220 В). Применённое включение вторичных обмоток трансформаторов (для правильной фазировки в выпрямителе: первичные обмотки T1 и T2 включены встречно параллельно – измерение переменного напряжения между выводами 9 обоих трансформаторов должно иметь удвоенную величину от напряжения скомбинированной обмотки одного

трансформатора, при неправильной фазировке, это напряжение или равно нулю или близко к этому значению), со схемой выпрямления со средней точкой позволяет осуществить сложение токов вторичных обмоток трансформаторов и обеспечить минимальное внутреннее сопротивление импровизированного источника питания, кроме того, в выпрямителе применены мощные диоды Шоттки, сопротивление которых прохождению прямого тока значительно меньше, чем у обычных (кремниевых) диодов, да и их количество вдвое меньше, чем в обычной мостовой схеме (в каждый полупериод напряжения, ток проходит только через один диод), что в результате уменьшает просадку выпрямленного напряжения на входе стабилизатора, обеспечивает его работу в большем диапазоне входных напряжений и уменьшает тепловые потери на нагрев самих выпрямительных диодов и регулирующих транзисторов стабилизаторов, что повышает КПД блока питания, сокращает его энергопотребление. Паспортное значение тока применяемых в данном БП вторичных обмоток трансформаторов составляет 8 А, в схеме выпрямления со средней точкой 8 х 2 = 16 А, при кратковременной перегрузке (работа, например, на передачу), допускается получение токов до 25 А, что вполне достаточно для трансивера с выходной мощностью в 100 Вт, как диоды, так и стабилизатор рассчитаны на такие токи и трансформаторы имеют запас по габаритной мощности, из-за неиспользуемых 6-амперных обмоток с нумерацией выводов 7 – 8 (2 х 6,3 В) – эти обмотки не показаны на Рис. 1, но на них собран выпрямитель к стабилизатору 5 В – Рис. 2, который, обычно не нагружен, или мало нагружен, при работе трансивера на передачу). Переключатель SA3 рассчитан на одновременное подключение к выпрямительным диодам одинаковых частей общих вторичных обмоток трансформаторов T1 и T2, что позволяет, как работать в городских электросетях с повышенным напряжением, так и в перегруженных сетях, например, в дачных посёлках, обеспечить работу при повышенных токах, увеличивая напряжение на входе стабилизатора. Поскольку токи, проходящие через контакты переключателя SA3, значительные, то этот переключатель должен иметь и мощные контакты, в крайнем случае, их можно заменить перемычками (штекер-гнёзда). Оксидный, “сглаживающий” пульсации выпрямленного переменного напряжения тока конденсатор, лучше набрать из нескольких конденсаторов меньшей ёмкости, например, десяти 10000мкФ х 35 В, или пяти 22000мкФ х 35 В, как это сделано в данной конструкции, 25-вольтовые конденсаторы тоже можно применить, но они менее надёжны, так как обладают большей утечкой, сильнее греются и быстрее высыхают. В момент включения БП в сеть, начинается зарядка конденсаторов C5…C9, при этом через диоды VD1, VD2 протекают значительные токи, поэтому применены мощные диоды 2 х 30 А, способные вынести токи включения, начальные токи после включения также ограничены сопротивлениями резисторов фильтра R1, R2, которые следует подобрать равными друг другу максимальной возможной величины по конкретным местным условиям в пределах 3,3…6,8 Ом (достаточности напряжения на входе стабилизатора, который не должен выходить из режима стабилизации). Дополнительно: последовательно с каждым конденсатором фильтра включен двух-ваттный резистор сопротивлением 1 Ом (R3…R7 – подобрать одинаковыми в пределах 1…10 Ом), что также ограничивает экстремальные токи включения БП в сеть, уравнивает токи зарядки и способствует правильному формированию ёмкости конденсаторов. За всё нужно платить: включение этих резисторов несколько снижает общую ёмкость сглаживающей “батареи” конденсаторов, поэтому её общая ёмкость несколько завышена, зато помогает избежать ступенчатого включения БП в сеть (в союзе с резисторами сетевого фильтра R1 и R2). Вместо резисторов R3…R7 можно применить также “замедляющие” дроссели, намотанные на ферритовых кольцевых сердечниках (ферритовых трубках до заполнения - одинаковые) из материала с высокой проницаемостью 2000…6000. Такие дроссели препятствуют резкому увеличению тока, растягивая время зарядки конденсаторов, при достаточном диаметре проводов обмотки, практически, нет потери ёмкостей конденсаторов в фильтре, что благоприятствует нашим требованиям к БП.

На выходе стабилизаторов включены переключаемые между стабилизаторами стрелочные измерительные приборы – головки с током полного отклонения стрелки 100 мкА (в данной реализации БП, в качестве М1 применена головка вольтметра на напряжение полного отклонения стрелки 30 В). Переключателем SA5 головка М1 переключается, либо для измерения напряжения на выходе к трансиверу - Х1, либо - от лабораторного стабилизатора - Х2. Резистор R8 подбирается по отклонению стрелки из расчёта: вся шкала 100 делений = 20 В, отсюда, например, 12 В – 60 делений, 13,8 В – 69 делений. Подбор ведётся с помощью переменного резистора (100 кОм и более), включенного реостатом с последовательно включенным защитным резистором, например, 10 кОм, чтобы не повредить головку в крайнем положении реостата. После настройки вольтметра, лучше заменить переменный резистор постоянным подобранного сопротивления с мощностью рассеяния 0,25…0,5 Вт. При измерении тока нагрузки, в качестве шунта используется часть отрицательной шины питания, при более или менее стабильной (комнатной) температуре, точность показаний амперметра будет достаточной, в противном случае, придётся подбирать шунт из более термостабильных материалов (нихром, манганин, константан). Настройку амперметра можно производить, подключив к выходу БП нагрузку (с последовательно подключенным эталонным амперметром, тестером), изменением сопротивления которой можно выставить, например, ток в 2…5 ампер, и, перемещением одного из проводов по шине (раздвигая точки подключения – участки шунтов на отрицательных шинах обозначены на Рис. 1 утолщёнными линиями), установить стрелку головки М2 на 8…20 делений, соответственно, полное отклонение стрелки тогда будет соответствовать току в 25 А. Такие настройки шунтов необходимо сделать в обоих стабилизаторах: основном и лабораторном. Точное значение тока в нагрузке, если это необходимо, можно обеспечить при измерениях вне БП.

Для расширения возможностей БП, кроме питания трансивера, подключен ещё один стабилизатор, с возможностью регулировки выходного напряжения в широких пределах, т. е., появилась возможность использовать БП дополнительно и в качестве лабораторного. Поскольку два стабилизатора, практически идентичны, то могут быть взаимозаменяемыми, после выставления нужного напряжения на выходе, например, в случае, выхода из строя одного из стабилизаторов, необходимо лишь щёлкнуть переключателем стабилизаторов SA4 и переключить нагрузку на другие гнёзда (здесь: с зажимных клемм на задней панели корпуса БП, на клеммы – на передней панели). Клеммы применены разных цветов, для быстрой ориентации, например, красные - для “плюса”, чёрные - для “минуса”. На практике отмечено и так нужно поступать: сначала без нагрузки включается БП, выходит на режим стабилизатор, затем подключается нагрузка, при выключении, поступают в обратном порядке. При возникновении короткого замыкания, выходное напряжение падает, после выключения БП и устранения причины КЗ, необходима небольшая пауза для разрядки конденсаторов фильтра, затем БП включается и происходит работа как ни в чём ни бывало. Все переключения в БП, для обеспечения сохранности контактов лучше производить, либо в выключенном БП, либо с минимальной нагрузкой на них (с минимальным током). После окончания работы с БП, переключатель SA3 лучше устанавливать в положение 0 – Выкл., или 1, при этом, при последующем включении, будет испытываться меньший стресс (для контактов и БП в целом), по сравнению с положениями с бóльшими номерами. В последнее время появилось большое количество различного рода “гаджетов”, в большинстве своём, не имеющих никакого отношения к компьютерной технике, но имеющих рекомендации по питанию от USB-порта компьютера. Компьютер – вещь весьма недешёвая, поэтому и “пихать” любой “гаджет” в его USB-порт не стóит, проще предусмотреть 5-вольтовый источник, например, в том же БП, здесь, используя оставшиеся незадействованными 6-амперные обмотки трансформаторов ТН-61 (Т1 и Т2 с Рис. 1). Если применить схему выпрямления со средней точкой, то от них можно получить токи до (6 + 6 =)12 А, главное, – обеспечить качественную стабилизацию напряжения 5 В – Рис. 2. От этого источника

обеспечивается и светодиодная подсветка шкал измерительных приборов (вольтметра и амперметра) – Рис. 3. Для работы с аппаратурой на рабочем столе радиолюбителя, порой, требуется подключение (без включения БП) паяльника для пайки, настольной лампы для освещения рабочего места, подключение адаптеров (для зарядки аккумуляторов сотовых телефонов, питания электронных телеграфных ключей разветвителей и т. п.), необходимо установить (евро)-розетку, к которой подвести сетевое напряжение через отдельные: предохранитель и выключатель. Выключатели и предохранители следует устанавливать на все дополнительные источники (общее правило), подключая их и отключая, по мере надобности.

Радиаторы для диодов Шоттки в выпрямителях БП могут иметь небольшую поверхность, как и небольшую рассеивающую поверхность может иметь радиатор, при использовании в качестве регулирующего полевого транзистора в схеме [2]. Варианты блока питания описаны в [3, 4], комбинированное включение нескольких одинаковых трансформаторов для обеспечения больших токов в нагрузке [5]. Следует отметить: в схеме выпрямления переменного тока со средней точкой должно обеспечиваться условие последовательности работы выпрямительных диодов (правильная фазировка обмоток), в противном случае, будет обеспечиваться лишь параллельная работа с частотой пульсаций 50 Гц, т. е., будет осуществлён однополупериодный выпрямитель с параллельным (кстати, правильным – через диоды) включением обмоток. Изменив включение одной из обмоток на одном из параллельно включаемых трансформаторов (первичной или вторичной, здесь - первичной), можно обеспечить правильное функционирование выпрямителя, способствующее равномерной нагрузке сети по полуволнам переменного напряжения и частота пульсаций выпрямленного напряжения будет 100 Гц, что позволит увеличить коэффициент сглаживания пульсаций, при одной и той же ёмкости конденсаторов фильтра, последовательная работа диодов, при этом, позволит уменьшить и эффективнее отводить от них нагрев. В выпрямителе источника 5 В также применены диоды Шоттки (1N5822 – 3А 40 В) по два параллельно, они подобраны по одинаковым падениям напряжений на их переходах…

Вариант комбинированного блока питания расположен в корпусе размерами 370 х 245 х 120 мм (размеры внешние), - снимок приведён на Фото 1. Клеммы выхода основного стабилизатора (для питания трансивера) установлены на задней панели БП, где установлены также: общий радиатор для крепления язычков регулирующих полевых транзисторов обоих стабилизаторов (основного и лабораторного – эскизы плат стабилизаторов приведены в [2]), стандартная блочная вилка под компьютерный сетевой шнур, блочный держатель предохранителя FU2, выключатель БП SA2 и зажимная клемма для подключения заземления к металлическому корпусу БП, переменный резистор установки выходного напряжения (обычно, 12…13,8 В) основного стабилизатора выведен на переднюю панель. Желание не увеличивать количества коробок с БП различного назначения и использовать уже готовый БП для различных работ, заставило скомбинировать несколько стабилизаторов вокруг группы силовых трансформаторов. Вариантов и комбинаций – много, здесь выбран представляемый. Кроме основного назначения – питания КВ (УКВ) трансивера, показанный на Фото 1 БП позволяет: обеспечить питание налаживаемых устройств регулируемым стабилизированным напряжением 5…15 В, током длительно до 16 А, с помощью, так называемого лабораторного стабилизатора, этот стабилизатор дублирует основной и их регулирующие полевые транзисторы установлены на одном радиаторе, выходное напряжение обоих стабилизаторов позволяет контролировать отдельная измерительная стрелочная головка M1, через переключатель SA5, как и ток – другая стрелочная измерительная головка M2 (через SA6). На передней панели установлен блочный штекер, к которому с помощью ответной его части соединителя, также может быть подключено питаемое настраиваемое устройство – соединение через предохранитель на ток 5 А и выключатель, параллельно клеммам выхода лабораторного стабилизатора 5…15 В. В силовых трансформаторах T1 и

Т2 имеются незадействованные обмотки с нумерацией контактов 7-8. Включив их в схеме выпрямления с общей точкой, получаем на отдельном фильтре напряжение, достаточное для питания стабилизатора с максимальным током до 7,5 А – обмотки трансформаторов и выпрямительные диоды рассчитаны на ток до 12 А в схеме выпрямителя со средней точкой. Применяем нерегулируемый оперативно стабилизатор с выходным напряжением 5 В (это напряжение устанавливается подстроечным резистором на плате стабилизатора (Рис. 2) при настройке) для питания различного рода “гаджетов”, для которых в инструкциях указано “питание от USB-порта компьютера”. На передней панели БП установлено два соответствующих (USB) гнезда, соединённых параллельно. Учитывая то, что и в самом комбинированном БП, и в других устройствах на рабочем столе радиолюбителя, приходится делать ремонты, модернизации, подключение паяльника, настольной лампы, сетевых адаптеров и т. п., на передней панели БП установлены независимые от схемы БП гнёзда для сетевого напряжения с отдельным выключателем и предохранителем. (напряжение взято до сетевого выключателя БП – возможность функционирования без включения БП). В БП на Фото 1 применены (установлены на передней панели) отдельные измерители напряжения и тока, под ними – переключатель измерения выходного напряжения основного и “ремонтно-лабораторного” стабилизаторов, выше головок измерителей установлен выключатель светодиодной подсветки шкал измерителей.

При установке трансформаторов Т1 и Т2 следует сориентировать их по отношению друг к другу по минимальному воздействию через электромагнитное поле наводок (см . [3]).

Подходящий по размерам для БП готовый корпус от промышленной аппаратуры оказался мелковатым по глубине, пришлось “нарастить” его по периметру алюминиевым замкнутым профилем (квадратной трубкой 20 х 20 х 1,5 мм) и обшить корпус снаружи алюминиевыми листовыми панелями толщиной 2 мм с крышкой, на имеющемся дне корпуса снаружи установлены ножки из твёрдой резины. По периметру, внутри корпуса, в верхней его части проложена рамка (медный обмоточный провод диаметром 3 мм) общей минусовой шины БП, к которой припаяны все провода БП, имеющие контакт с “минусами” выходных напряжений постоянного тока, которые могут быть заземлены.

При монтаже БП, обеспечивающего значительные токи, фольговые тонкие проводники на платах следует снабдить прокладкой дополнительных проводов или оплётки, припаяв их к фольге по направлениям прохождения этих токов. Небольшие участки, например, от точек подключения внешних проводников к платам, к элементам схем (выпрямительным диодам, стабилизаторам), провода зачищают от изоляции настолько, насколько достаточно от отверстия в плате до непосредственного контакта с выводами диодов или транзисторов, микросхем стабилизаторов и припаивают к фольге платы – этим обеспечивается разгрузка фольги плат от больших токов, а, значит, это предохраняет фольгу от нагрева и перегорания.

Схема ремонтного (или аварийно-лабораторного) стабилизатора (как и эскиз монтажной платы) соответствует схеме основного [2]. Переключатель этого стабилизатора (SA4.3) установлен по его входу и подключает его к минусу выпрямителя с фильтром и к выходу - положительной шине (SA4.4) на схеме - Рис. 1. Этот стабилизатор позволяет оперативно регулировать выходное напряжение в довольно больших пределах (5…15 В), как и основной стабилизатор. Оба стабилизатора на платах установлены на одном радиаторе на задней панели корпуса БП. Гнёзда (клеммы) выходных напряжений установлены: основного – на задней панели, лабораторного – на передней.

Принципиальная схема 5-вольтового стабилизатора приведена на Рис. 2. На схеме приведены лишь свободные от нагрузки обмотки Т1 и Т2 с выводами 7 – 8 (отсутствующие на Рис. 1). Между ними в рабочем режиме имеется переменное напряжение по 6,3 В. Применена схема выпрямления со средней точкой и схема стабилизатора, практически, соответствует, приведённой в [3]. *Попутно ещё раз замечу, что там, в основной схеме, нужно переключить концы первичной обмотки одного из*

трансформаторов, чтобы обеспечить правильную фазировку напряжений во вторичных обмотках трансформаторов для схемы выпрямления со средней точкой (тогда диоды будут работать попеременно, отдыхая в паузах и частота пульсаций выпрямленного напряжения (тока) будет равна 100 Гц).

В фильтре питания для стабилизатора 5 В применено групповое параллельное включение оксидных конденсаторов 5 штук 4700 мкФ х 25 В, можно и на 16 В (конденсаторы на бóльшее напряжение имеют меньшую утечку, меньше нагреваются, дольше работают (меньше высыхают), лучше применить конденсаторы, рассчитанные на максимальную температуру в 105° С градусов). Переменным резистором, размещённым на плате стабилизатора, при настройке устанавливается выходное напряжение на нагрузке равное 5,0 В. Оперативное изменение напряжение здесь не предусмотрено. Конденсаторы, подключаемые ко входу, выходу стабилизатора и к управляющему входу способствуют большему подавлению пульсаций, повышению стабильности и устранению самовозбуждения ИМС. Диоды защищают микросхемный стабилизатор от выхода из строя при разбалансе напряжений между выходом, входом и управляющим электродом (при переходных процессах, при включениях и выключениях, “обратных” напряжениях).

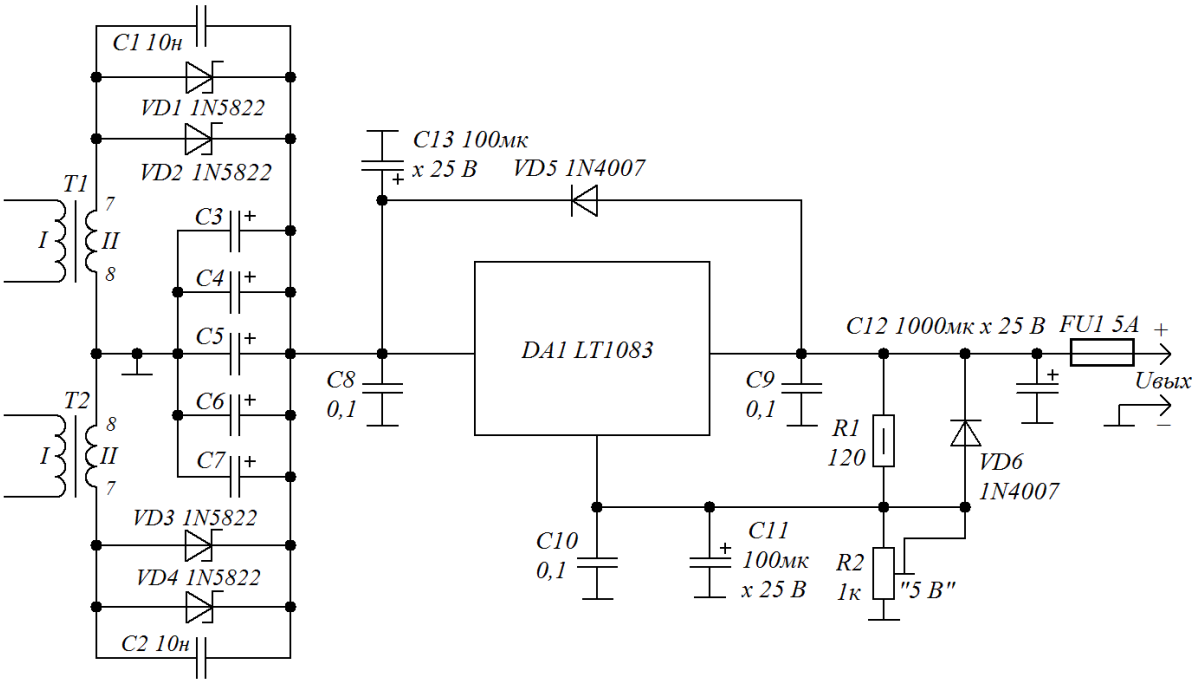

Рис. 2. Стабилизатор напряжения 5 В. Схема принципиальная электрическая
Т1 и Т2 – силовые трансформаторы основного стабилизированного БП (схема - Рис. 1), здесь используются только свободные одинаковые обмотки с нумерацией контактов 7-8. В применённой схеме выпрямления обмотками трансформаторов обеспечивается переменный ток до 12 А. Диоды VD1…VD4 рассчитаны на ток по 3 А каждый (параллельно включено для надёжности по два) – итого в схеме выпрямления со средней точкой: 6 А х 2 = 12 А, ИМС стабилизатора рассчитана на максимальный ток 7,5 А и установлена на изолированном от шасси радиаторе от компьютерного процессора. Выход стабилизатора защищён плавким предохранителем, рассчитанным на ток 5 А, несмотря на имеющуюся защиту от короткого замыкания в схеме самого стабилизатора

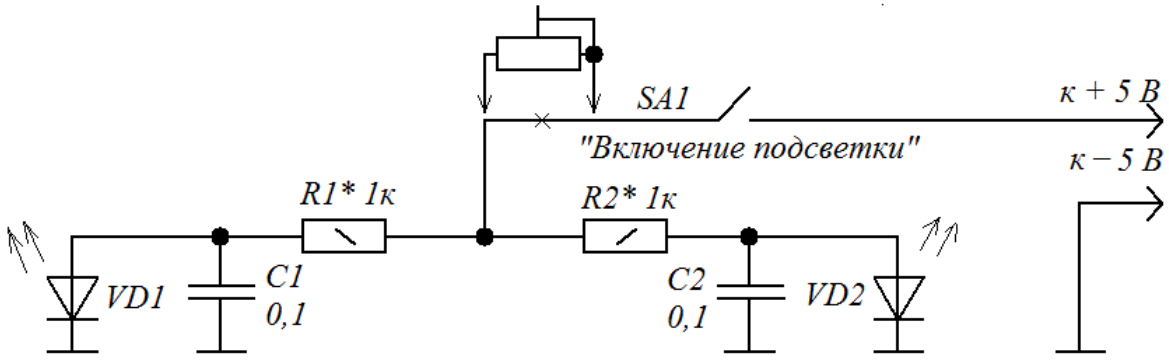

Рис. 3. Схема включения подсветки шкал приборов индикации напряжения и тока. Применены миниатюрные светодиоды белого свечения диаметром 3 мм с рабочим напряжением 3 В. Сопротивления резисторов R1 и R2 подбираются по достаточности освещения шкал стрелочных головок вольтметра и амперметра в условиях внешней освещённости. Диоды подсветки вставлены в просверленные отверстия в центрах над шкалами. Сверления в корпусах стрелочных измерительных головок нужно производить на малых скоростях снизу вверх, смочив сверло каким-либо клеящим раствором для удаления пластмассовых стружек, недопустимо попадание этих стружек внутрь головок. Сверление производят сверлом диаметром 3 мм между защитными стеклами и шкалами головок с небольшим наклоном в сторону шкал, в этом случае будет обеспечиваться их лучшее освещение. В разрыв плюсовой шины можно включить подстроечный резистор, включенный реостатом, для адаптивной подстройки освещения шкал приборов, в зависимости от общей освещённости. В данной конструкции сопротивление подстроечного резистора было 330 Ом, резисторы R1и R2 по 510 Ом

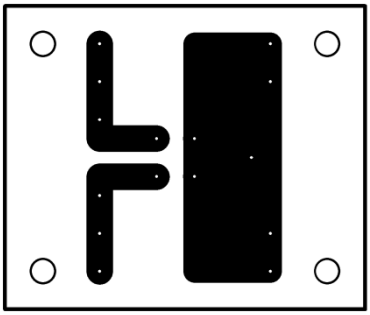

Рис. 4. Эскиз платы для размещения диодов выпрямителя 5 В. Размеры: 47,5 х 40 х 1,5 мм - стеклотекстолит, фольгированный с одной стороны. Монтаж деталей со стороны проводников (сверху), установка на шасси с применением стоек

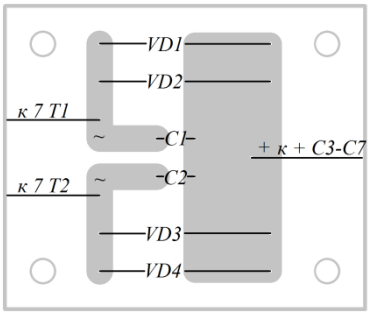

Рис. 5. Эскиз размещения деталей на монтажной плате диодов выпрямителя 5 В

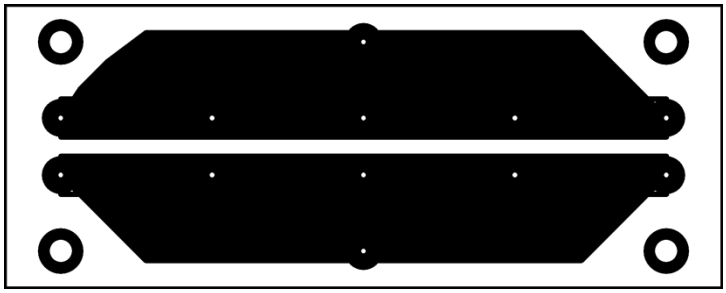

Рис. 6. Эскиз платы для размещения конденсаторов фильтра 5 В. Размеры: 95 х 37,5 х 1,5 мм - стеклотекстолит, фольгированный с одной стороны. Монтаж: конденсаторы вниз, проводники – сверху, установка на шасси с применением стоек

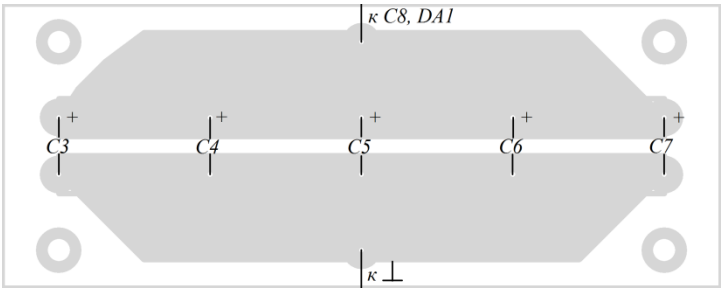

Рис. 7. Эскиз размещения деталей на монтажной плате конденсаторов фильтра после диодов выпрямителя напряжения 5 В

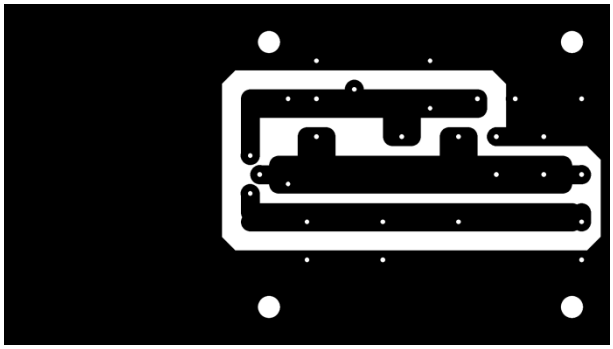

Рис. 8. Эскиз монтажной платы стабилизатора 5 В. Размеры: 80 х 45 х 1,5 мм - стеклотекстолит, фольгированный с одной стороны. Монтаж с проходом выводов деталей через плату. Печатные проводники – снизу, монтаж к шасси - на стойках

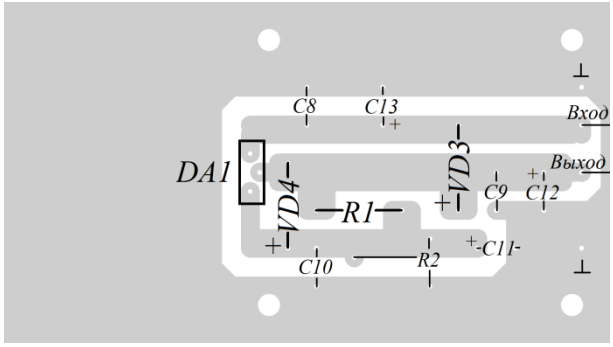

Рис. 9. Эскиз размещения деталей на монтажной плате стабилизатора напряжения 5 В

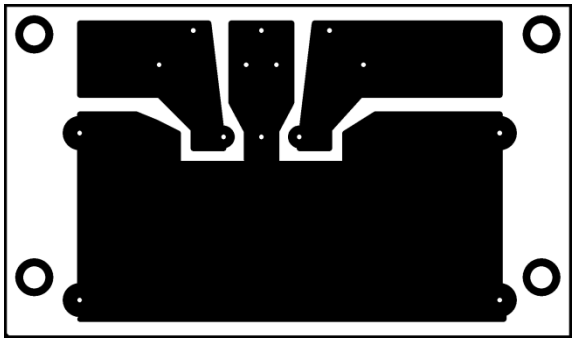

Рис. 10. Эскиз монтажной платы для размещения диодной сборки VD1 выпрямителя (Рис. 1). Размеры: 75 х 44 х 1,5 мм - стеклотекстолит, фольгированный с одной стороны. Детали монтируются, как обычно, с проходом выводов через плату, крепление радиатора на плате также пайкой. Печатные проводники – снизу, крепление платы к шасси – на стойках

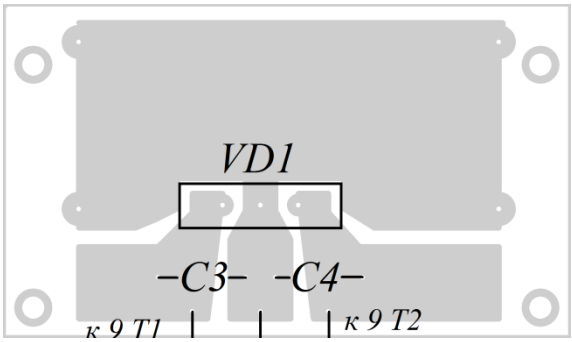

Рис. 11. Эскиз расположения деталей на монтажной плате выпрямителя (общего для основного и лабораторного стабилизаторов)

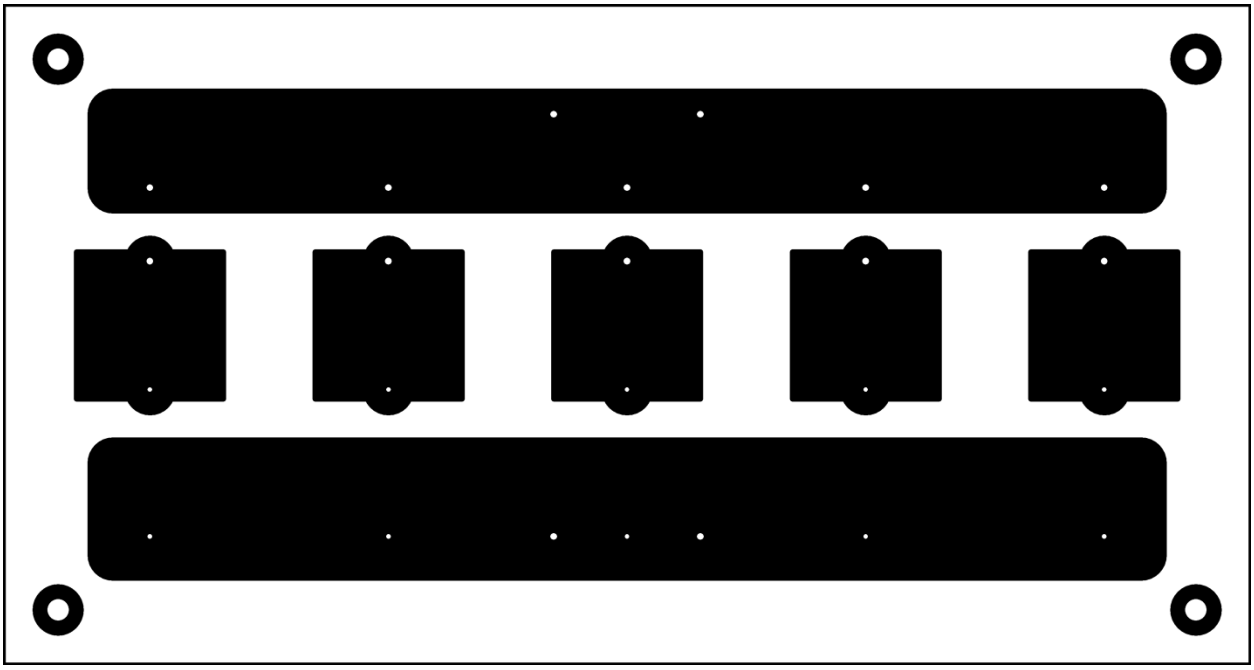

Рис. 12. Эскиз монтажной платы конденсаторов фильтра C5…C9 и резисторов R3…R7. Плата устанавливается на дно корпуса БП на стойках, конденсаторами – вниз, резисторы монтируются сверху платы, прямо на печатных площадках фольги. Размеры: 170 x 90 x 1,5 мм - стеклотекстолит, фольгированный с одной стороны

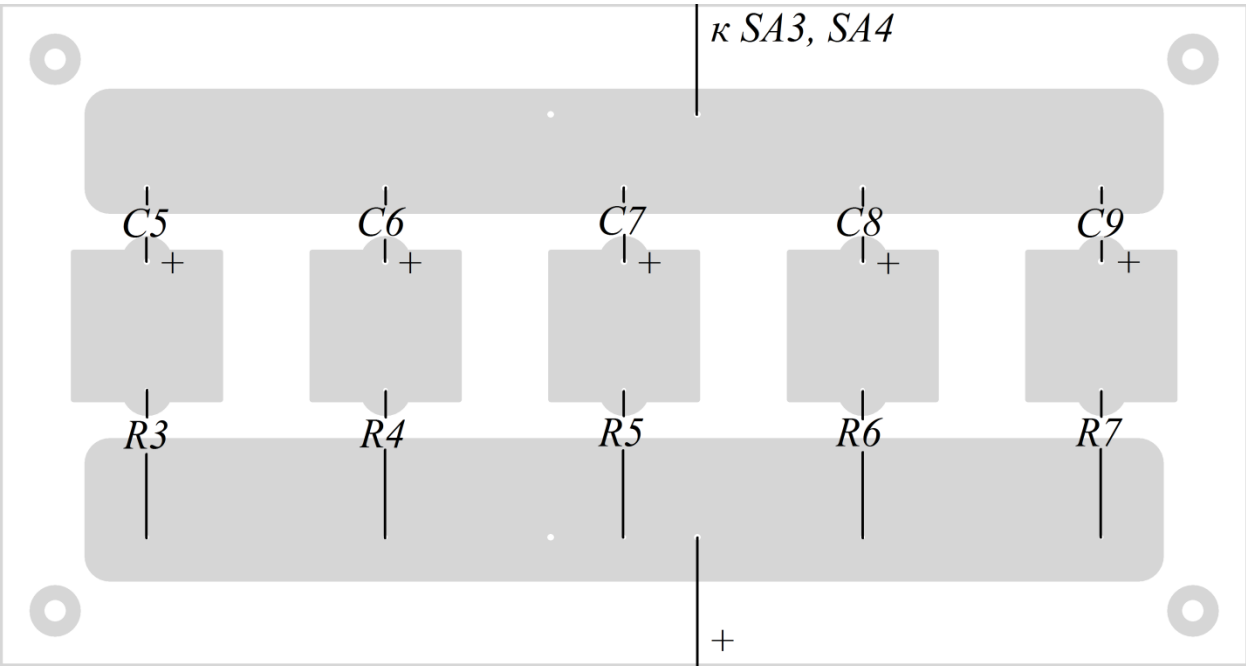

Рис.13. . Эскиз расстановки деталей на монтажной платы конденсаторов фильтра общего (для основного и лабораторного стабилизаторов) выпрямителя

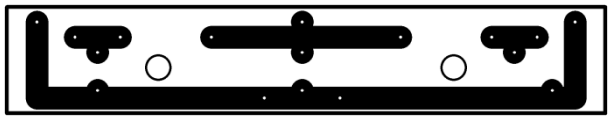

Рис. 14. Эскиз монтажной платы подсветки шкал стрелочных измерительных приборов. Плата устанавливается над головками М1 и М2 на уголке. Монтаж деталей ведётся со стороны проводников. Светодиоды подключаются проводниками. Возможно добавление подстроечного резистора, включенного реостатом, на входе схемы для возможности плавной установки уровня освещения шкал приборов, в зависимости от внешней освещённости, старения светодиодов и т. п. Размеры: 80 х 15 х 1,5 мм – стеклотекстолит, фольгированный с одной стороны

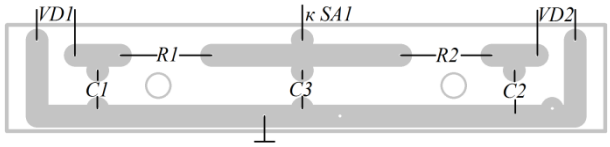

Рис. 15. Эскиз расстановки деталей на монтажной плате подсветки шкал стрелочных измерительных приборов

Фото 1. ОТК на страже… Реализация варианта многофункционального БП.
На передней панели в левой части расположены измерители напряжения и тока. Между окнами вверху расположен выключатель светодиодной подсветки, внизу – переключатель вольтметра между выходами основного (TRX) и лабораторного (ЛАБ) стабилизаторов. Переключатель измерителя тока между этими стабилизаторами расположен правее и обозначен как I. U TRX – регулятор выходного напряжения основного стабилизатора, клеммы которого выведены на заднюю панель БП. Внизу под этим регулятором расположены клеммы лабораторного стабилизатора, полярность напряжения обозначены знаками “плюс” и “минус” и цветом изоляторов клемм (красный – положительная, чёрный - отрицательная). Справа рядом расположены параллельно включенные “компьютерные” гнёзда USB, которые защищены плавким предохранителем, расположенным выше и правее (5 В - 5 А), левее этого предохранителя расположен другой, установленный на дополнительный выход лабораторного стабилизатора (Лаб-2), который подключается соответствующим выключателем (обозначено линией). Выходное напряжение лабораторного стабилизатора устанавливается регулятором, расположенным вверху правее. Под ним находится “клювик” переключателя входного напряжения выпрямителя (КПД). В правой части передней панели вверху расположен мощный тумблёр – переключатель стабилизаторов “лабораторный - основной”. Патрончик предохранителя слева от этого переключателя относится к независимому выходу сети 230 В, которая подключается к гнёздам с помощью тумблёра, расположенного здесь внизу панели. Некоторая сумбурность в размещении органов управления объясняется сменой планов по ходу реализации проекта и может быть изменено при индивидуальной постройке БП

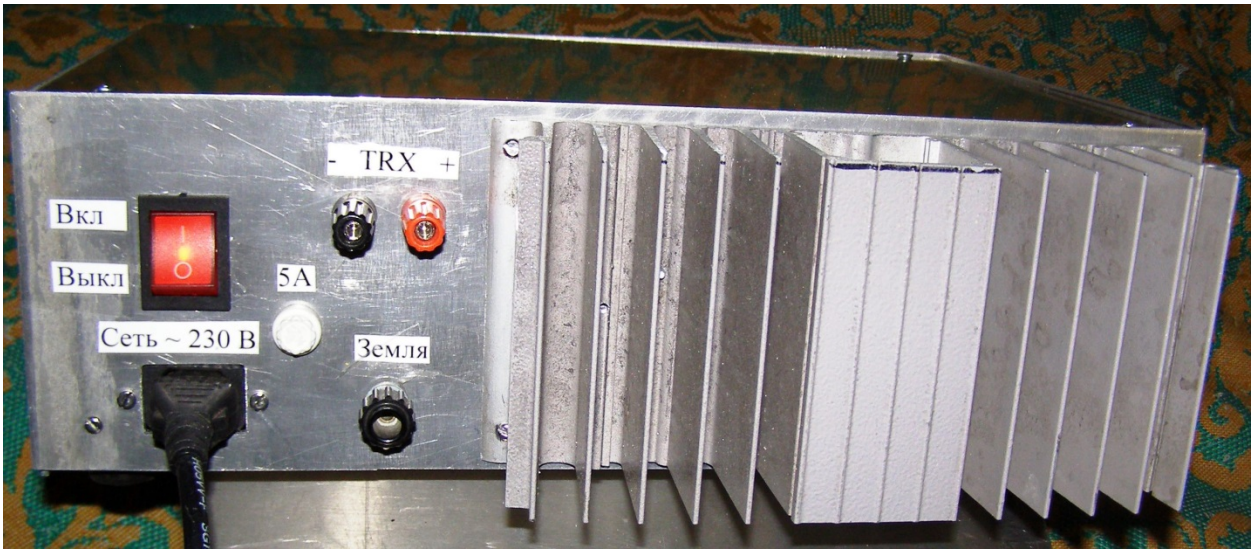

Фото 2. Вид БП со стороны задней панели. Внизу слева установлена стандартная розетка под компьютерный сетевой шнур. Над ней находится сетевой выключатель БП. Справа установлен патрончик сетевого предохранителя БП. Правее выше – клеммы выходного напряжения основного стабилизатора (TRX). Под ними внизу – клемма подключения индивидуального заземления. Справа закреплён радиатор, к которому через окна в корпусе БП, с использованием термопасты КПТ-8 крепятся язычки полевых транзисторов стабилизаторов (основного и лабораторного) в левой и в правой части радиатора

Получился, по сути дела многофункциональный БП, каждый может адаптировать подобный к своим потребностям. Некоторые результаты, полученные при создании конструкции, думаю, помогут радиолюбителю избежать подводных камней и создать надёжный блок питания применяемой аппаратуры.
Желаю успеха!
73!

Литература: 1. В. Беседин. Напряжение питания в сети – РАДИОЛЮБИТЕЛЬ № 202 г стр.
2. В. Беседин. Защищаемся… - РАДИОЛЮБИТЕЛЬ № 2 2019 г стр. 25; № 3 2019 г стр. 26
3. В. Беседин. С радиаторами по бортам… - РАДИОЛЮБИТЕЛЬ № 7 2020 г стр. 22; № 8 2020 стр. 20
4. В. Беседин. БП на двух ТН-61 – РАДИОЛЮБИТЕЛЬ № 7 2022 г стр. 18
5. В. Беседин. На четырёх трансформаторах – РАДИОЛЮБИТЕЛЬ № 4 2022 г стр. 28

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень