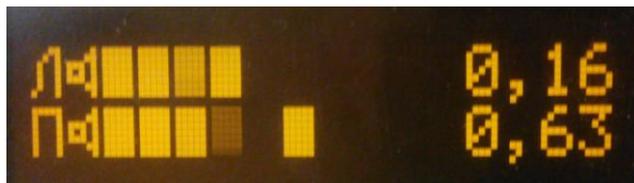


Индикатор мощности и режимов работы (версия платы 1.1)

Описываемый блок разрабатывался для использования в составе Аудиокоммутатора для двух УНЧ [1] в качестве индикатора мощности и режимов работы, однако может быть использован в других устройствах – только в качестве индикатора мощности (в последнем случае вместо микроконтроллера IC1 типа ATtiny4313 может быть применён МК ATtiny2313 без каких либо доработок схемы).

Отображаемая информация выводится на ЖКИ 16x2 символов, совместимом с контроллером HD44780.



Шкала индикатора мощности с 10 уровнями, соответствующими шагу -3 дБ, отображается отдельно для левого и правого каналов в виде линейки прямоугольников, текущее количество которых зависит от уровня сигнала. Верхний предел измеряемой мощности 10 или 100 Вт выбирается управляющим сигналом «10/100W»: при низком уровне указанного сигнала включается первый предел (по умолчанию), при высоком – второй. Для отображения шкалы индикатора мощности уровень управляющего сигнала «Info» должен быть низким. При высоком уровне этого сигнала отображаются режимы работы аудиокоммутатора (для которого разрабатывался описываемый узел), определяемые набором сигналов: «AmpType» (тип УНЧ: 0 – ламповый, 1 – транзисторный), «Mute» (1 – блокировка звука), «InpSel1», «InpSel0» (состояние селектора входов).

Так как используемый МК не содержит встроенного АЦП, в основу измерителя мощности положен принцип построения простого АЦП, описанный в [2]. В функционировании АЦП участвуют элементы R4, C14, VD1 (добавлен для ускорения разряда конденсатора C14), VD2 (добавлен для защиты входа МК от возможного перенапряжения). Принцип работы этого АЦП заключается в измерении времени заряда конденсатора C14 через резистор R4 до значения напряжения измеряемого сигнала с помощью встроенного в МК компаратора, причём на выбранном интервале входных напряжений 0..2V экспоненциальная кривая хорошо аппроксимируется прямой.

Номиналы R4 и C14 выбраны по приведённой в [2] таблице для частоты тактового генератора МК, равной 8 МГц. Диапазон входных напряжений АЦП составляет 0..2V, при этом АЦП формирует код 0..63 с максимальным временем преобразования 64 мкс. Проверка показала (см. график в Приложении), что относительная нелинейность АЦП не превышает 7%. Эта погрешность дополнительно компенсируется программно при табличном преобразовании уровня входного сигнала в уровень мощности.

Для попеременной коммутации сигналов для левого и правого каналов УНЧ на единственный вход АЦП в схему введён управляемый от МК аналоговый коммутатор IC2 типа ADG409BRZ, время переключения которого значительно меньше, чем у твердотельного реле, применённого в начальной версии платы (в программе обработки можно задать значение, меньшее 2 мс).

Сигналы для левого и правого каналов поступают на вход коммутатора IC2 с выходов полуволновых пиковых детекторов, построенных на двух прецизионных быстродействующих ОУ IC3, IC4 по схеме, заимствованной в [3]. Постоянная времени удержания пикового уровня сигнала определяется номиналами элементов R12, C15 и R17, C17. Коэффициенты усиления пиковых детекторов, работающих в режиме неинвертирующих усилителей, определяются соотношениями $R12/R15+1$ и $R17/R20+1$. Резисторы R11, R16 определяют время разряда конденсаторов C15, C17.

Балансировка ОУ осуществляется путём установки напряжения +5 мВ на выводах 4 и 5 IC2 с помощью подстроечных резисторов соответственно R13, R18 (при этом все деления шкалы должны погаснуть).

Максимальные уровни сигналов для каждого канала, зафиксированные аппаратно с помощью пиковых детекторов и подаваемые через коммутатор IC2 на вход АЦП, дополнительно программно фиксируются для отображения на индикаторе в виде «поплавок» с заданным временем задержки (1 сек). «Поплавок» представляет собой прямоугольник в конце шкалы, «зависающий» на указанное время. При увеличении уровня сигнала «поплавок» сразу же перемещается вправо вместе с последним прямоугольником шкалы. При уменьшении уровня сигнала поплавок смещается влево только по истечении заданного времени. В конце шкалы в течение указанного времени отображаются также числовые значения мощности, соответствующие уровню «поплавок». Такой принцип работы индикатора облегчает считывание показаний уровней мощности.

Звуковые сигналы с выходов УНЧ поступают на пиковые детекторы через делители, образованные резисторами R21, R25 (определяют уровень левого канала на пределе 10 Вт), R22, R26 (определяют уровень левого канала на пределе 100 Вт), R23, R27 (определяют уровень правого канала на пределе 10 Вт) и R24, R28 (определяют уровень правого канала на пределе 100 Вт). Сопротивления резисторов делителя подобраны таким образом, чтобы обеспечить возможность калибровки индикатора мощности как для нагрузки 4 Ом, так и для нагрузки 8 Ом.

В зависимости от уровня управляющего сигнала «10/100W», двухканальный аналоговый коммутатор на микросхеме IC5 типа ADG409BRZ подключает к входам пиковых детекторов либо делители для предела 10 Вт, либо для предела 100 Вт. Если не предполагается работа индикатора мощности на двух диапазонах измерения, микросхему IC5 и ненужные входные делители можно исключить, выполнив требуемые соединения напрямую.

Для калибровки индикатора на пределе 10 Вт (при низком уровне сигнала «10/100W») нужно подать на оба входа устройства переменное напряжение 6,3 В для нагрузки 4 Ом или 8,9 В – для нагрузки 8 Ом и подстроечными резисторами R21, R23 установить постоянное напряжение +2 В на выводах 4 и 5 микросхемы IC2 для максимального значения на шкале, соответствующего уровню 10 Вт (0 дБ).

Для калибровки индикатора на пределе 100 Вт (при высоком уровне сигнала «10/100W») нужно подать на оба входа устройства переменное напряжение 20 В для нагрузки 4 Ом или 28,3 В – для нагрузки 8 Ом и подстроечными резисторами R22, R24 установить постоянное напряжение +2 В на выводах 4 и 5 микросхемы IC2 для максимального значения на шкале, соответствующего уровню 100 Вт (0 дБ).

Перед калибровкой устройства необходимо выполнить балансировку ОУ, как было описано выше.

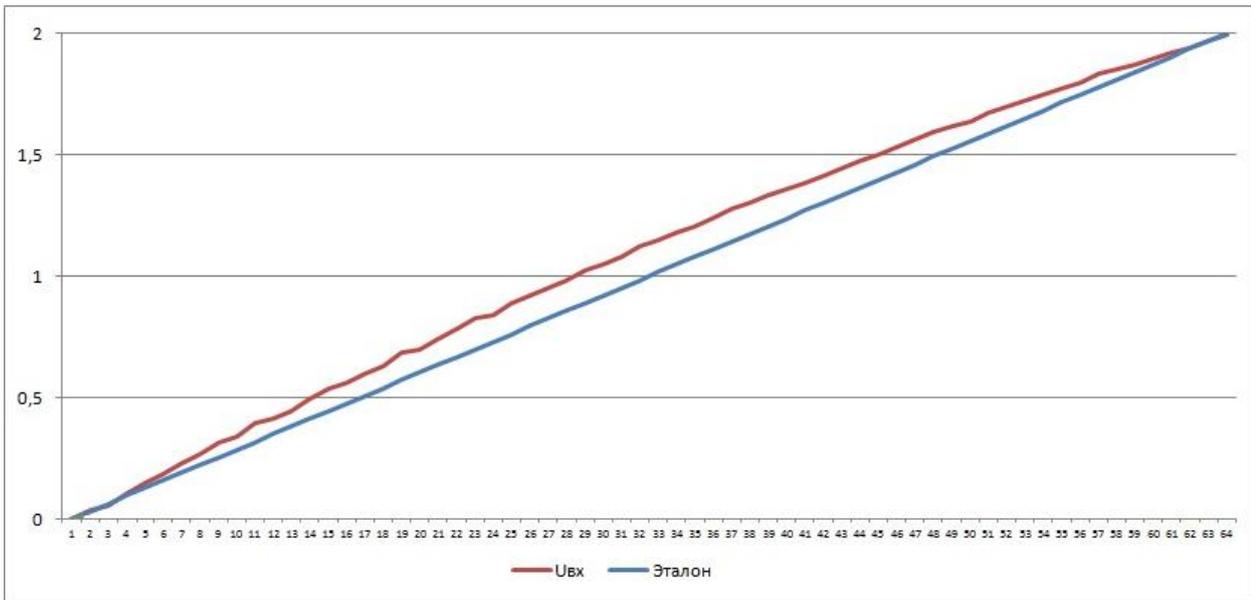
Интегральный стабилизатор IC6 используется для получения питающего напряжения +5В. В качестве этой микросхемы желательно использовать стабилизатор с минимально возможным падением напряжения, например, L4805, из-за относительно низкого входного напряжения питания 6,5В, поступающего от блока питания. В противном случае будет заметно «моргание» подсветки ЖКИ, например, при регулировке громкости.

Микросхема IC7 формирует инверсное питающее напряжение -5В, которое служит для питания ОУ IC3, IC4 и аналоговых коммутаторов IC2, IC5.

Ссылки

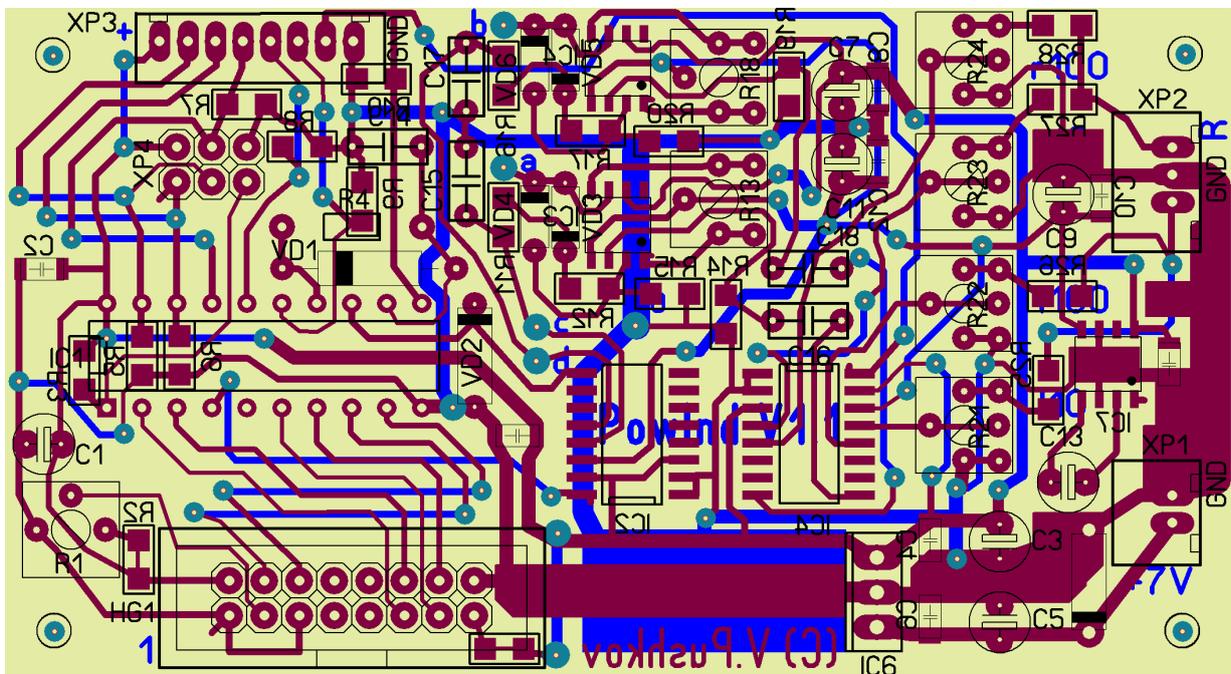
1. Аудиокоммутатор для двух УНЧ.
<http://radiokot.ru/circuit/audio/other/47/>
2. Atmel Corporation, 2002. AVR400: Low Cost A/D Converter.
<http://www.atmel.com/images/doc0942.pdf>
3. Texas Instruments, 2015. LM3915 Dot/Bar Display Driver, с.13 (рис.18).
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm3915.pdf>

Результаты проверки линейности АЦП индикатора мощности



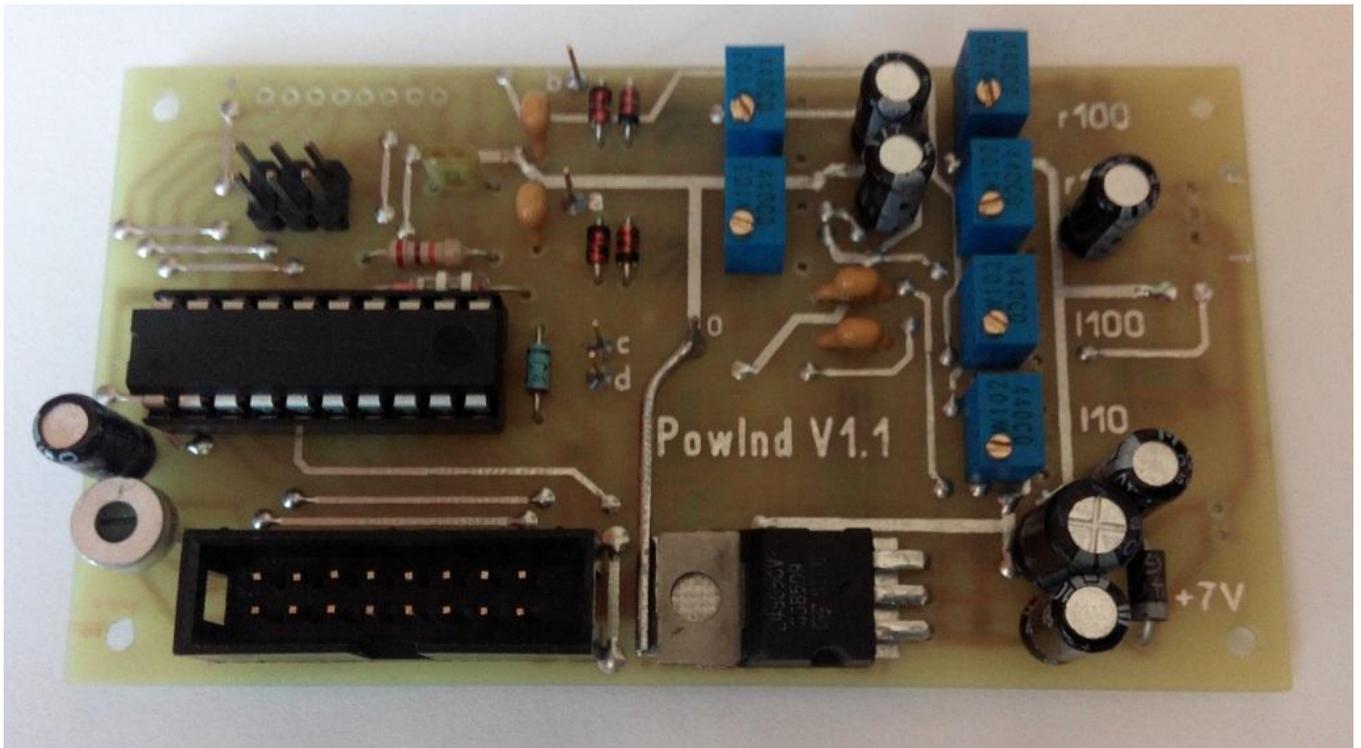
На графике: горизонтальная ось координат – значения кода АЦП (0..63); вертикальная ось координат – входное напряжение, В; верхний график – полученная зависимость кода АЦП от входного напряжения; нижний график – эталонная зависимость.

Рисунок 2-сторонней печатной платы

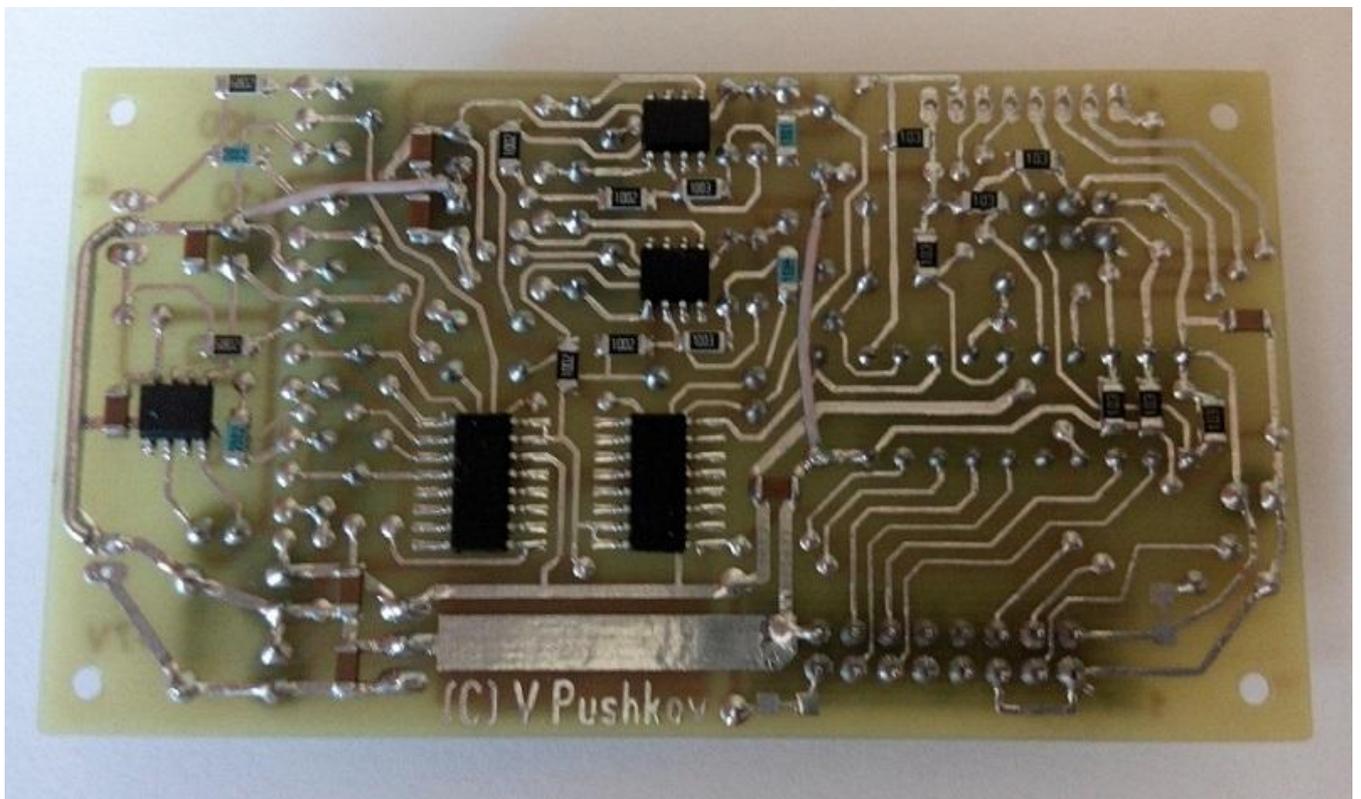


Размеры платы: 89 x 49 мм

Вид печатной платы сверху



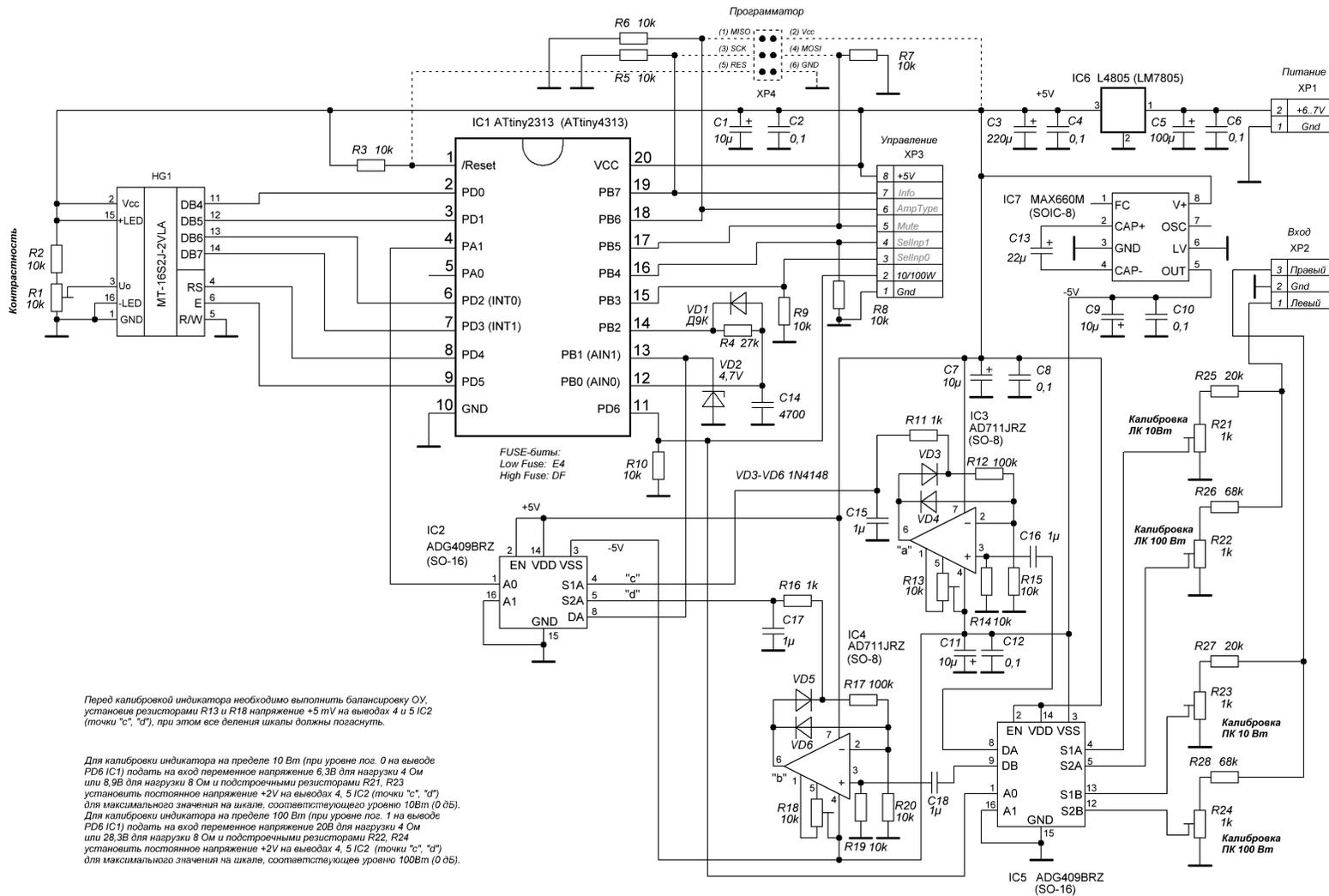
Вид печатной платы снизу



Индикатор мощности (и режимов работы) на ЖКИ (плата V1.1)

10W / 100 W (10 уровней по -3 дБ)

(С) В.Пушков, 2016



Перед калибровкой индикатора необходимо выполнить балансировку ОУ, установив резисторами R13 и R18 напряжение +5 мV на выходах 4 и 5 IC2 (точки "с", "д"), при этом все деления шкалы должны погаснуть.

Для калибровки индикатора на пределе 10 Вт (при уровне лог. 0 на выводе PD6 IC1) подать на вход переменное напряжение 6,3В для нагрузки 4 Ом или 9,9В для нагрузки 8 Ом и подстроечными резисторами R21, R23 установить постоянное напряжение +2V на выходах 4, 5 IC2 (точки "с", "д") для максимального значения на шкале, соответствующего уровню 10Вт (0 дБ).
Для калибровки индикатора на пределе 100 Вт (при уровне лог. 1 на выводе PD6 IC1) подать на вход переменное напряжение 20В для нагрузки 4 Ом или 28,3В для нагрузки 8 Ом и подстроечными резисторами R22, R24 установить постоянное напряжение +2V на выходах 4, 5 IC2 (точки "с", "д") для максимального значения на шкале, соответствующее уровню 100Вт (0 дБ).