

Аудио Модуль

Предварительный усилитель  
Натали с регулятором тембра  
Матюшкина

Руководство по сборке и настройке.

## Оглавление

Введение. ....	2
Рекомендации по сборке. ....	3
Детали. ....	3
Варианты сборки. ....	4
Подключение к контролеру и другим модулям. ....	5
Аналоговые сигналы. ....	5
Сигналы управления. ....	5
Включение и настройка. ....	6
Регулятор тембра.....	6
Предварительный усилитель. ....	6
Приложение 1. Схема.....	7
Приложение 2. Монтажная схема, размеры .....	9
Приложение 3. Список компонентов. ....	11

## Введение.

Предварительный усилитель с регулятором тембра создан на основе ПУ Натали и схемы ТБ Матюшкина и предназначен для использования в комплекте с управляющим контроллером Ctrl-Amp.

Регулятор тембра может быть собран с применением как обычных, так и бистабильных реле. В оригинальной схеме ТБ Матюшкина высокие частоты регулируются переменным резистором. В данной реализации переменный резистор заменен на релейный делитель. Это дает возможность дистанционного управления уровнем ВЧ. Кроме того, отсутствие проводов к регулятору ВЧ уменьшает возможность появления лишних помех.

Управление реле регулятора осуществляется сдвиговым регистром, который получает данные от внешнего контроллера по последовательной шине SPI. Данные в регистр управления передаются только в момент изменения громкости. В остальное время регистр не тактируется и находится в неизменном состоянии. Это исключает влияние цифровых помех на полезный сигнал.

Предварительный усилитель Натали очень хорошо описан автором Waso на форуме [forum.cxem.net](http://forum.cxem.net), поэтому в дополнительном описании не нуждается.

### Основные характеристики:

КНИ ПУ	0.0003	%
Интермодуляция	0.0003	%
Входное сопротивление	100	кОм
Сопротивление нагрузки ( ВК в классе А )	1.5	кОм
Номинальное входное напряжение	0,775	В
Питание:		
Напряжение питания ПУ	+/- 30/15	В
Ток ПУ в режиме покоя		мА
Напряжение питания управления	5	В
Ток в режиме покоя	80	мкА
Ток в режиме регулирования (обычные реле)	32	мА
Ток в режиме регулирования (бистабильные реле)	20	мА

Принципиальная схема устройства приведена в Приложении 1, монтажная схема и размеры платы – в Приложении 2. Перечень деталей, номиналы и типы корпусов – в Приложении 3.

## Рекомендации по сборке.

Верхняя сторона платы содержит элементы аналоговой части схемы – ПУ, разъемы, резисторы делителей ТБ и реле. На нижней стороне устанавливаются элементы, отвечающие за цифровое управление реле и шунтирующие конденсаторы питания ПУ.

Начинать собирать плату рекомендуется с установки SMD-компонентов на верхней стороне платы, за исключением реле. Затем устанавливаются SMD-компоненты на нижней стороне платы. После установки компонентов рекомендуется хорошо промыть плату, опустив ее на некоторое время в изопропиловый спирт. Это нужно для того, чтобы под реле и разъемами не осталось не смытого флюса. После этого монтируются реле, выводные детали, разъемы. По окончании монтажа плата снова тщательно промывается.

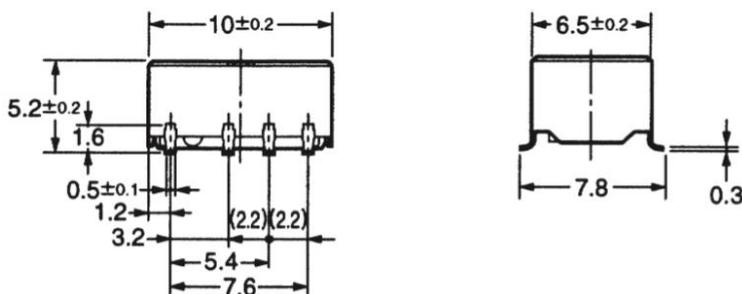
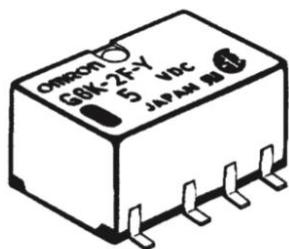
## Детали.

В конструкции используются резисторы SMD с посадочными размерами 1206. Идеальным вариантом являются тонкопленочные резисторы или Mini Melf. Переменные резисторы должны иметь посадочные размеры, аналогичные 3296W. В фильтрах НЧ-секций регулятора тембров используются пленочные конденсаторы МКТ с расстоянием между ног 5мм.

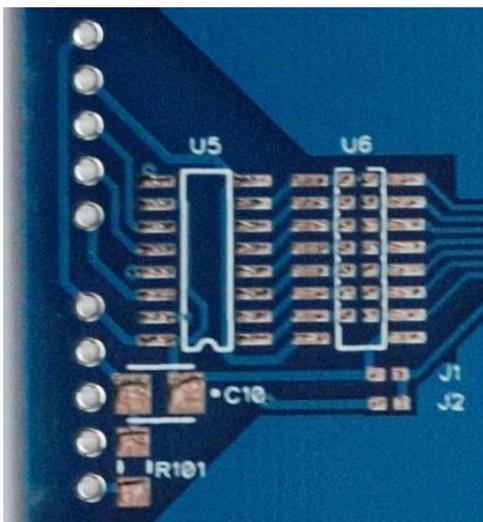
Плата разведена для использования мощных транзисторов с расположением ног, аналогичным транзисторам 2SB649/2SB669. Применение транзисторов с другим расположением ножек возможно, но возникнут трудности с креплением радиаторов.

В качестве разъемов могут быть использованы любые удобные типы с шагом ног 2.54мм. Шелкография на плате соответствует разъемам JST XH.

Данная плата позволяет использовать обычные и бистабильные реле с питанием 4.5 – 5В для поверхностного монтажа. Размеры и положения ног реле должны быть аналогичны реле Omron G6K-2F-Y /G6KU-2F-Y.



## Варианты сборки.



### Регулятор тембра с обычными реле.

При использовании обычных реле на нижней стороне платы устанавливается перемычка J1. Кроме того, устанавливается U6.

### Регулятор тембра с бистабильными реле.

При использовании бистабильных реле на нижней стороне платы устанавливается перемычка J2. Микросхема U6 не устанавливается, вместо нее впаиваются семь перемычек под ее корпусом.

## Варианты питания ПУ.

Плата предварительного усилителя поддерживает двухуровневое двухполярное питание  $\pm 15\text{В}$   $\pm 30\text{В}$  в режиме двойного моно. При питании ПУ от одного источника (стерео), необходимо соединить перемычками земли каналов, чтобы не создавать земляную петлю.

При использовании двухуровневого питания необходимо установить резисторы R8, R11, R34, R37, R58, R61, R84, R87 с номиналом 10кОм.

При использовании одноуровневого питания необходимо установить перемычки между шинами питания  $-15\text{В}$   $-30\text{В}$ ,  $+15\text{В}$   $+30\text{В}$  и установить резисторы R8, R11, R34, R37, R58, R61, R84, R87 с номиналом 4.7кОм.

**ВНИМАНИЕ, ВАЖНО: На шелкографии платы не правильно указано питание на разъемах X3, X6. Правильную маркировку смотрите на монтажной схеме (приложение 2):**

**-15В -30В GND +30В +15В**

## Подключение к контролеру и другим модулям.

### Аналоговые сигналы.

Предварительный усилитель подключается к источнику сигнала экранированным кабелем к разъемам X1, X2. Выходной сигнал снимается с разъемов X4, X7.

Если на предварительный усилитель сигнал подается сразу с входных разъемов, необходимо соединить аналоговые земли каналов и цифровую землю питания от контроллера для устранения возможного фона. Если сигнал подается с селектора или регулятора громкости Ctrl-Amp, соединение земель делается на них.

### Сигналы управления.

Подключение регулятора к шине управления контроллером осуществляется разъемами X9 Control IN и X10 Control Out обычным не экранированным проводом. Шина содержит три провода для последовательной передачи данных. Питание цифровой части схемы 5в для регистра U1 и реле K1-7 так же подается по этой шине от контроллера.

К разъему X9 Control IN подключается шина, идущая от контроллера, к X10 Control Out - шина, идущая к другим модулям после контроллера. Контроллер Ctrl-Amp допускает следующие варианты соединений регулятора громкости с остальными модулями:

- Контроллер → Темброблок → РГ → Селектор
- Контроллер → Темброблок → РГ левый канал → РГ правый канал → Селектор

Перечисленные конфигурации определяются на плате контроллера переключателем и не требуют дополнительных действий с предварительным усилителем. Достаточно просто соединить управляющую шину с модулями в выбранной последовательности. Контроллер должен быть сконфигурирован для работы с выбранным типом реле. Более подробно об этом читайте в инструкции к контроллеру.

## Включение и настройка.

### Регулятор тембра.

При правильной сборке и исправных деталях регулятор тембра не требует каких-либо дополнительных действий по настройке и должен работать сразу при подключении к контроллеру. При этом подача питания на предварительный усилитель не требуется.

Для проверки работоспособности регулятора тембра выполните следующие действия:

- подключите его к контроллеру Ctrl-Amp
- на конфигурационном переключателе контроллера установите наличие ТБ
- включите контроллер
- изменяйте тембры НЧ/ВЧ и проверьте тестером включение/выключение соответствующих реле К1-К3 и К4-К6
- включите/выключите режим Direct и проверьте тестером включение/выключение реле К7

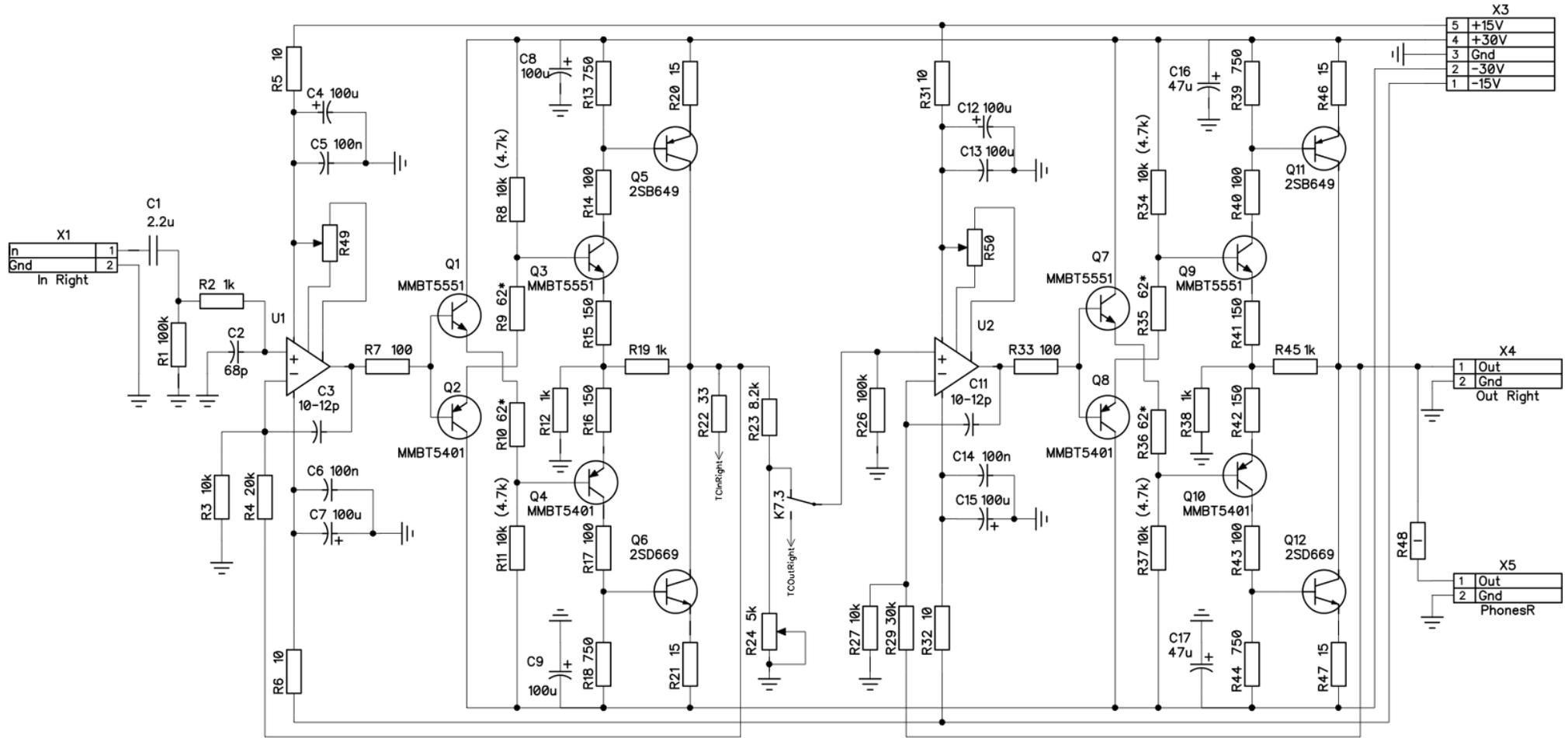
### Предварительный усилитель.

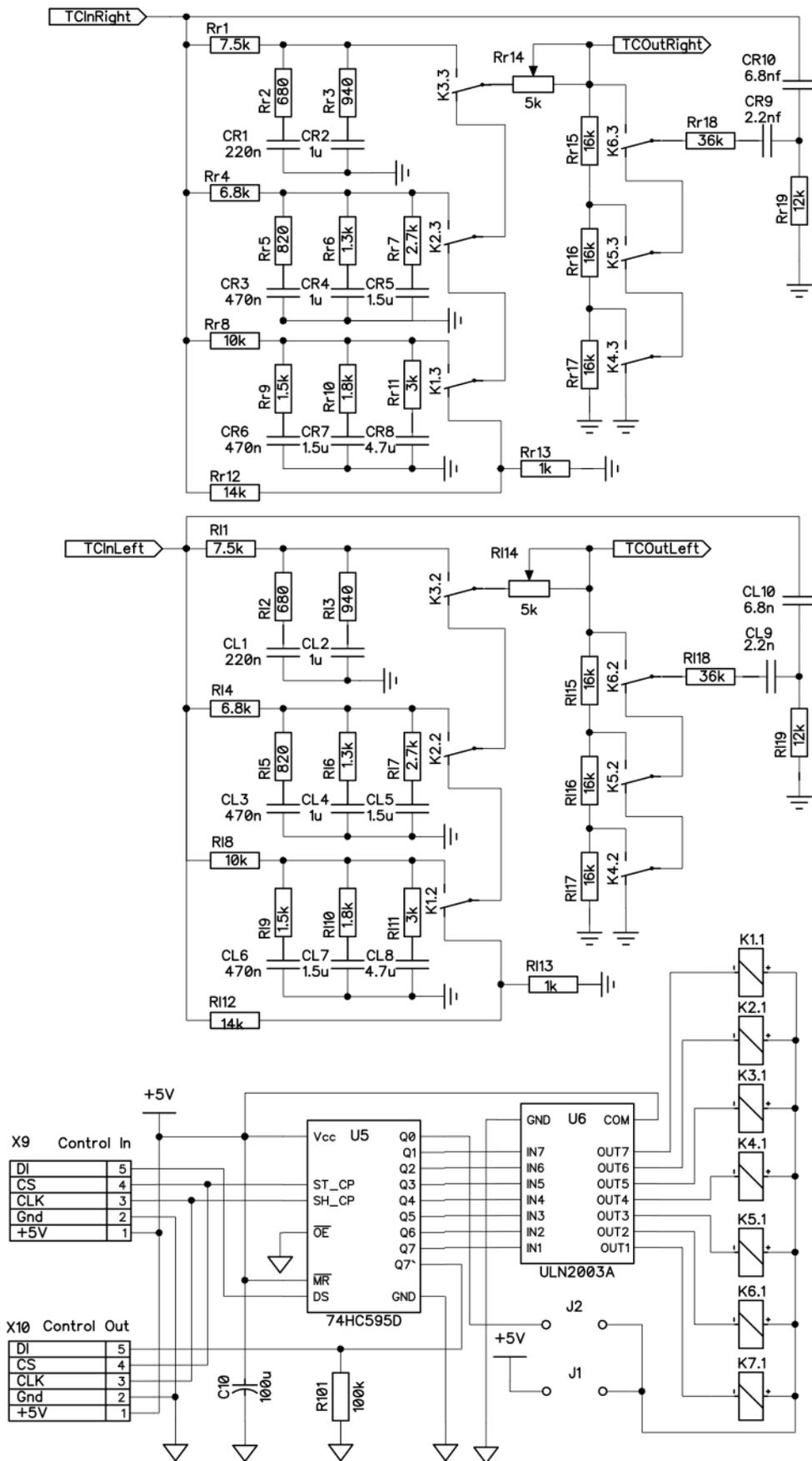
Необходимо настроить ток покоя Q5, Q6 и Q11, Q12. Для первого каскада устанавливается около 20 мА, для второго – 20..25 мА. Подбор тока покоя лучше всего выполнять резисторами R10, R9 и R35, R36 в эмиттерах первых двух транзисторов буфера. При малом токе покоя сопротивления необходимо увеличить, при большом токе – уменьшить. Изменять нужно одинаково оба резистора. Ток покоя определяется по падению напряжения на резисторах R20,21 и R46,47.

Необходимо настроить одинаковое усиление с включенным ТБ и в режиме Direct. Для этого регуляторы ТБ устанавливаются в нулевое положение, отключается Direct, на вход подается сигнал 1000 Гц с номинальным напряжением 0,775в. Измеряется напряжение на выходе второго буфера. Затем включается Direct и подстроечным резистором R24 настраивается такой же уровень сигнала на выходе.

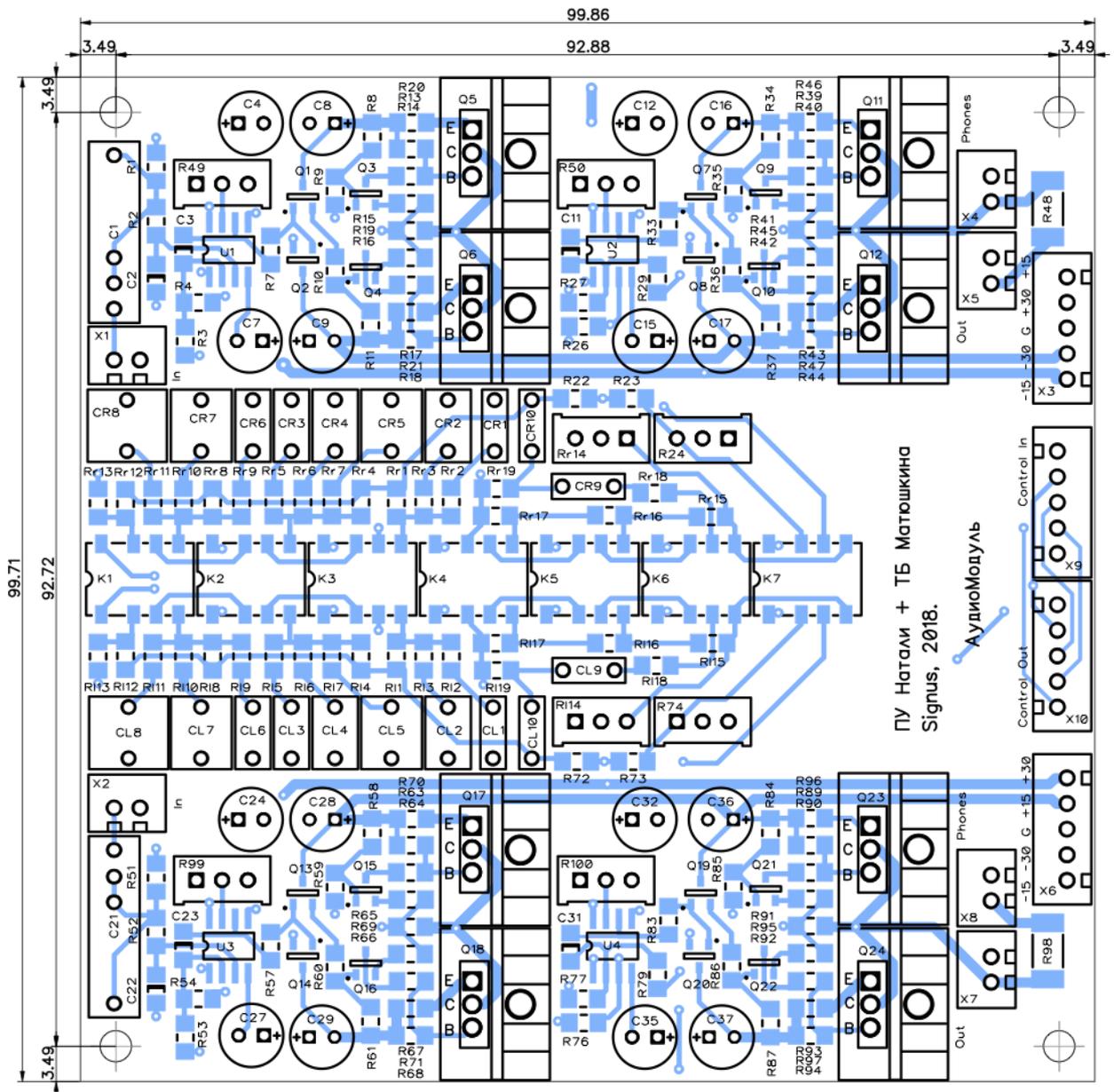
С помощью осциллографа необходимо проверить форму сигнала на выходе предварительного усилителя, убедиться в отсутствии возбуждения во всех режимах ТБ. Более подробную информацию о настройке ПУ можно найти на форуме [forum.cxem.net](http://forum.cxem.net) в ветке автора.

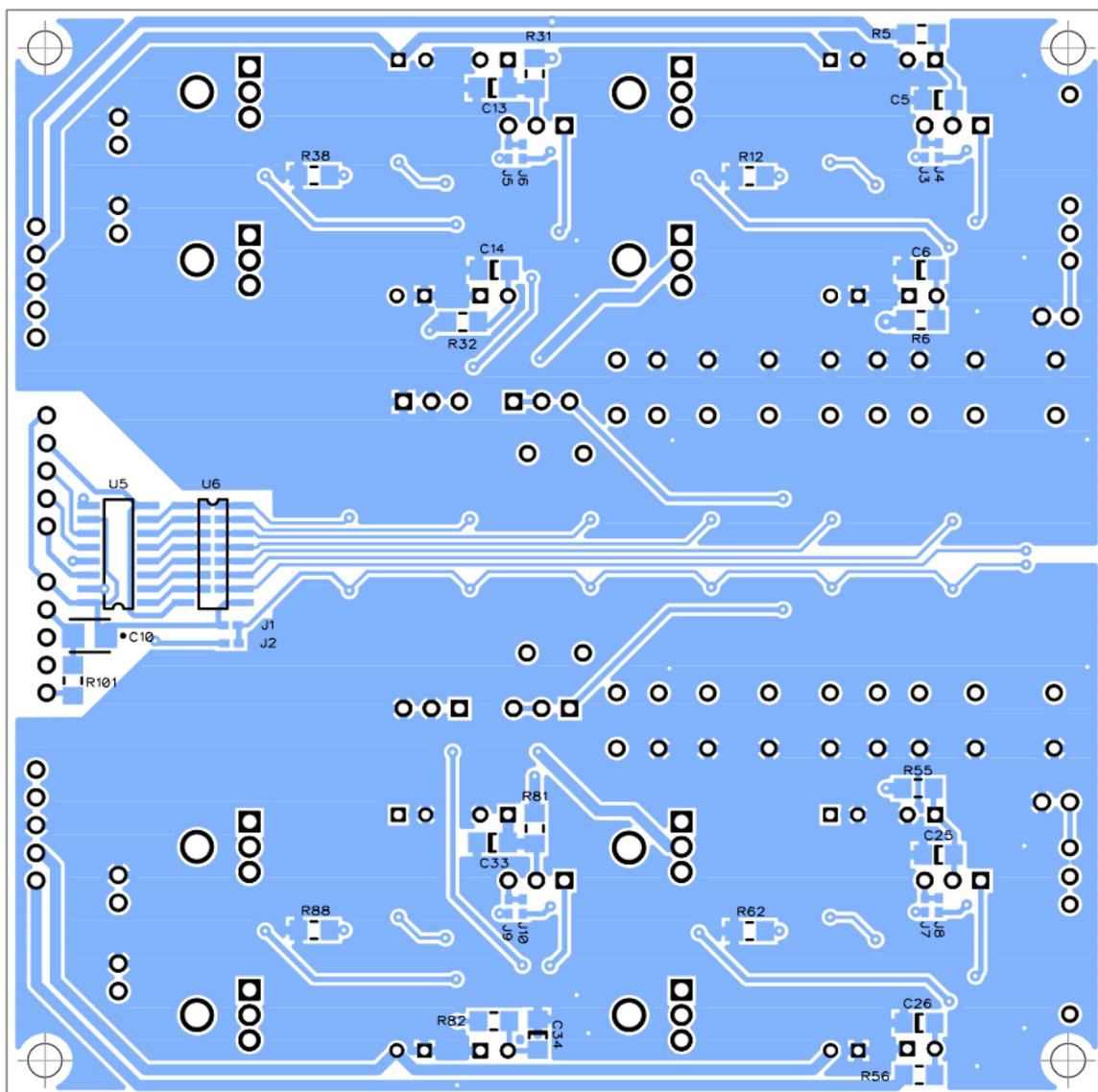
# Приложение 1. Схема.





## Приложение 2. Монтажная схема, размеры





### Приложение 3. Список компонентов.

№	Метка	Значение	Корпус	Кол.
1		Плата ПУ Натали + ТБ Матюшкина		1
<b>Полупроводники:</b>				
2	U1, U2, U3, U4	Операционный усилитель OPA134UA или аналогичный	SO-8	4
3	U5	Регистр 74HC595D	SO-16	1
4	U6	Транзисторная сборка ULN2003AD	SO-16	0
5	Q1, Q3, Q7, Q9, Q13, Q15, Q19, Q21	Транзистор MMBT5551	SOT23	8
6	Q2, Q4, Q8, Q10, Q14, Q16, Q20, Q22	Транзистор MMBT5401	SOT23	8
7	Q5, Q11, Q17, Q23	Транзистор 2SB649AC	TO-126	4
8	Q6, Q12, Q18, Q24	Транзистор 2SD669AC	TO-126	4
<b>Электролитические конденсаторы:</b>				
9	C4, C7, C12, C15, C24, C27, C32, C35	Конденсатор 100 мкФ 25в	6,3X11	8
10	C8, C9, C16, C17, C28, C29, C36, C37	Конденсатор 47 мкФ 50в	6,3X11	8
<b>Пленочные конденсаторы:</b>				
11	CL9, CR9	Конденсатор MKT 63в 2.2 нФ	5мм 2.5x7.2	2
12	CL10, CR10	Конденсатор MKT 63в 6.8 нФ	5мм 2.5x7.2	2
13	CL1, CR1	Конденсатор MKT 63в 0.22 мкФ	5мм 2.5x7.2	2
14	CL3, CL6, CR3, CR6	Конденсатор MKT 63в 0.47 мкФ	5мм 3.5x7.2	4
15	CL2, CL4, CR2, CR4	Конденсатор MKT 63в 1 мкФ	5мм 4.5x7.2	4
16	CL5, CL7, CR5, CR7	Конденсатор MKT 63в 1.5 мкФ	5мм 6.0x7.5	4
17	CL8, CR8	Конденсатор MKT 63в 4.7 мкФ	5мм 7.8x7.8	2
18	C1, C21	Конденсатор MKT 63в 2.2 мкФ	15мм 5x18	2
<b>Керамические конденсаторы:</b>				
19	C3, C11, C23, C31	Конденсатор 12р NPO 50В	SMD 1206	4
20	C2, C22	Конденсатор 68р NPO 50В	SMD 1206	2
21	C5, C6, C13, C14, C25, C26, C33, C34	Конденсатор 0.1 мкФ х7г 50В	SMD 1206	8
22	C10	Конденсатор 100мкФ 6.3в	SMD 1206	1
<b>SMD резисторы:</b>				
23	R5, R6, R31, R32, R55, R56, R81, R82	Резистор 0.25Вт 10 Ом	SMD 1206	8
24	R20, R21, R46, R47, R70, R71, R96, R97	Резистор 0.25Вт 15 Ом	SMD 1206	8
25	R22, R72	Резистор 0.25Вт 33 Ом	SMD 1206	2
26	R9, R10, R35, R36, R59, R60, R85, R86	Резистор 0.25Вт 62 Ом <sup>1</sup>	SMD 1206	8
27	R7, R14, R17, R33, R40, R43, R57, R64, R67, R83, R90, R93	Резистор 0.25Вт 100 Ом	SMD 1206	12
28	R15, R16, R41, R42, R65, R66, R91, R92	Резистор 0.25Вт 150 Ом	SMD 1206	8
29	RI2, Rr2	Резистор 0.25Вт 680 Ом	SMD 1206	2
30	R13, R18, R39, R44, R63, R68, R89, R94	Резистор 0.25Вт 750 Ом	SMD 1206	8
31	RI5, Rr5	Резистор 0.25Вт 820 Ом	SMD 1206	2
32	RI3, Rr3	Резистор 0.25Вт 953 Ом	SMD 0805	2
33	R2, R12, R19, R38, R45, R52, R62, R69, R88, R95, RI13, Rr13	Резистор 0.25Вт 1 кОм	SMD 1206	12
34	RI6, Rr6	Резистор 0.25Вт 1.3 кОм	SMD 1206	2

<sup>1</sup> Номинал подбирается по току покоя

35	RI9, Rr9	Резистор 0.25Вт 1.5 кОм	SMD 1206	2
36	RI10, Rr10	Резистор 0.25Вт 1.8 кОм	SMD 1206	2
37	RI7, Rr7	Резистор 0.25Вт 2.7 кОм	SMD 1206	2
38	RI11, Rr11	Резистор 0.25Вт 3 кОм	SMD 1206	2
39	R8, RI11, R34, R37, R58, R61, R84, R87	Резистор 0.25Вт 10/4.7 кОм <sup>2</sup>	SMD 1206	8
40	RI4, Rr4	Резистор 0.25Вт 6.8 кОм	SMD 1206	2
41	RI1, Rr1	Резистор 0.25Вт 7.5 кОм	SMD 1206	2
42	R23, R73	Резистор 0.25Вт 8.2 кОм	SMD 1206	2
43	R3, R27, R53, R77, RI8, Rr8	Резистор 0.25Вт 10 кОм	SMD 1206	6
44	RI19, Rr19	Резистор 0.25Вт 12 кОм	SMD 1206	2
45	RI12, Rr12	Резистор 0.25Вт 14 кОм	SMD 0805	2
46	RI15, RI16, RI17, Rr15, Rr16, Rr17	Резистор 0.25Вт 16 кОм	SMD 1206	6
47	R4, R54	Резистор 0.25Вт 20 кОм <sup>3</sup>	SMD 1206	2
48	R29, R79	Резистор 0.25Вт 30 кОм <sup>4</sup>	SMD 1206	2
49	RI18, Rr18	Резистор 0.25Вт 36 кОм	SMD 1206	2
50	R1, R26, R51, R76, R101	Резистор 0.25Вт 100 кОм	SMD 1206	5
51	R48, R98	Резистор 0.25Вт 10 Ом	SMD 1206	2
<b>Переменные резисторы:</b>				
52	R24, R74, RI14, Rr14	Резистор подстроечный 5 кОм	3296W	4
54	R49, R50, R99, R100	Резистор подстроечный <sup>5</sup>	3296W	4
<b>Реле:</b>				
55	K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7	Реле бистабильное 4.5-5в G6KU-2F-Y или аналог		7
<b>Разъемы:</b>				
56	X1, X2, X4, X5, X7, X8	Вилка на плату ХН 2.5мм 2 контакта		6
57	X3, X6, X9, X10	Вилка на плату ХН 2.5мм 5 контактов		4
58		Радиатор ТО-220	11x15 мм	8

<sup>2</sup> Номинал зависит от напряжения питания, 15в - 4.7ком, 30в – 10ком

<sup>3</sup> Номинал зависит от нужного коэффициента усиления

<sup>4</sup> Номинал зависит от нужного коэффициента усиления

<sup>5</sup> Балансировочный резистор. Номинал зависит от используемого операционного усилителя, при наличии 0в на выходе может не устанавливаться