

**Усилитель измерительный  
телеметрический  
ТТ18**

Руководство по эксплуатации

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА	4
1.1 <b>Описание и работа усилителя</b>	4
1.1.1 Назначение	4
1.1.2 Технические характеристики	4
1.1.3 Состав усилителя	5
1.1.4 Устройство и работа усилителя	5
1.2 <b>Описание и работа составных частей усилителя</b>	6
1.2.1 Ротор	7
1.2.2 Статор	7
1.2.3 Декодер	7
2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЯ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	9
2.1 Эксплуатационные ограничения	9
2.2 Подготовка усилителя к использованию	12
2.3 Использование усилителя	12
3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	12
4. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ	13
5. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ	13
6. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ	13
7. СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ И ПОВЕРКЕ	14
Приложение	15

Руководство по эксплуатации содержит технические характеристики, правила эксплуатации и сведения об устройстве, конструкции и принципе действия усилителя измерительного телеметрического ТТ18 (в дальнейшем усилителя). Руководство удостоверяет гарантированные предприятием-изготовителем параметры и технические характеристики усилителя.

Эксплуатация усилителя должна осуществляться персоналом, знакомым с общими правилами работы с измерительным электронным оборудованием.



Рисунок 1 – Внешний вид усилителя измерительного телеметрического ТТ18

## 1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 1.1 Описание и работа усилителя

#### 1.1.1 Назначение

1.1.1.1 Усилитель предназначен для усиления, преобразования и бесконтактной передачи на систему сбора информации (персональный компьютер) сигналов от тензорезисторов, расположенных на вращающихся деталях машин и механизмов.

С помощью усилителя могут быть выполнены измерения относительных деформаций, вибраций, крутящих и изгибающих моментов, сил или других параметров, в которых первичными преобразователями являются тензорезисторы.

1.1.1.2 По устойчивости к воздействию температуры и влажности усилитель соответствует группе С3 по ГОСТ 12997.

Вид климатического исполнения У2в по ГОСТ 15150.

По устойчивости к воздействию синусоидальных вибраций высокой частоты ротор и статор усилителя соответствует группе F3 по ГОСТ 12997.

#### 1.1.2 Технические характеристики

1.1.2.1 Количество измерительных каналов	8
1.1.2.2 Источники сигналов - тензомосты (полумосты) сопротивлением, Ом	$\geq 350$
1.1.2.3 Диапазон номинальных входных сигналов, $\beta$ , при питании тензомоста напряжением 5 В составляет, мВ/В	от минус 4 до плюс 4
1.1.2.4 Погрешность измерения номинального входного сигнала, %, не более	0,2
1.1.2.5 Частота преобразования, кГц	5
1.1.2.6 Нелинейность преобразования, %, не более	0,1
1.1.2.7 Полоса пропускания входных усилителей по уровню $-3$ дБ, кГц, не менее	2,5
1.1.2.8 Температурный уход по входу, мВ/В $^{\circ}$ С, не более	$1 \times 10^{-5}$
1.1.2.9 Подавление синфазной составляющей входными дифференциальными усилителями, дБ, не менее	60
1.1.2.10 Среднеквадратическое значение шума приведенного ко входу, мВ/В	$1 \times 10^{-3}$
1.1.2.11 Напряжение питания тензомостов, В	$5 \pm 0,5$
1.1.2.12 Выходной интерфейс USB адаптера	USB2.0
1.1.2.13 Габаритные размеры:	
- ротора, мм	$\varnothing 85 \times 40$
- статора, мм	$145 \times 126 \times 40$
- USB адаптера, мм	$48 \times 190 \times 67$

1.1.2.14 Масса:	
- ротора, кг, не более	0,6
- статора, кг, не более	0,4
- USB адаптера, кг, не более	0,6
1.1.2.15 Напряжение питания постоянного тока усилителя, В	12...30
с уровнем пульсаций, В, не более	1
1.1.2.16 Потребляемая мощность усилителем, Вт, не более	5
1.1.2.17 Температурный диапазон работы усилителя: °С:	от -40 до +50
1.1.2.18 Влажность при температуре окружающей среды +35°С, %, не более	95
1.1.2.19 Виброустойчивость:- усилителя в диапазоне частот 10...60 Гц	
с амплитудой смещения, мм, не менее	0,35
- усилителя в диапазоне частот 60...500 Гц	
с ускорением, м/с <sup>2</sup> не менее	49
1.1.2.20 Ударные нагрузки для усилителя при числе ударов не менее 1000	
и длительности удара от 2 до 10 мс, м/с <sup>2</sup> , не менее	150

### 1.1.3 Состав усилителя

Усилитель поставляется в комплекте указанном в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование, тип	Обозначение	Количество	Примечание
1 Ротор	ТТ18.1	1	
2 Статор	ТТ18.2	1	
3 Декодер	АТ1.3-1	1	
4 Кабель сигнальный	АТ1.40	1	
5 Розетка	2РМ14КПН4Г1В1	1	
6 Кабель USB	USB	1	
7 Программное обеспечение	ПО "ПРОФИ"	1	на электронном носителе
8 Руководство по эксплуатации	ТТ18 РЭ	1	

### 1.1.4. Устройство и работа усилителя

Принцип работы измерительных каналов основан на преобразовании входных сигналов в цифровую форму с использованием последовательной кодировки Манчестер II и передачи полученного комплексного сигнала посредством трансформаторной связи на статор усилителя. Сигналы тензодатчиков, до подачи их на аналого-цифровой преобразователь, дополнительно усиливаются входными усилителями, имеющими необходимую амплитудно-частотную характеристику. Сигналы разных каналов передаются последовательно.

Электронная схема, расположенная в корпусе статора, нормирует и усиливает принятые сигналы, которые по согласованной коаксиальной линии поступают на вход декодера. В декодере происходит преобразование принятого сигнала в сигналы интерфейса USB.

Питание тензомостов и самой схемы ротора осуществляется через тот же трансформатор, через который передается и сигнал.

## 1.2 Описание и работа составных частей усилителя

### 1.2.1 Ротор

Функциональная электрическая схема ротора ТТ18.1 показана на рисунке 1.

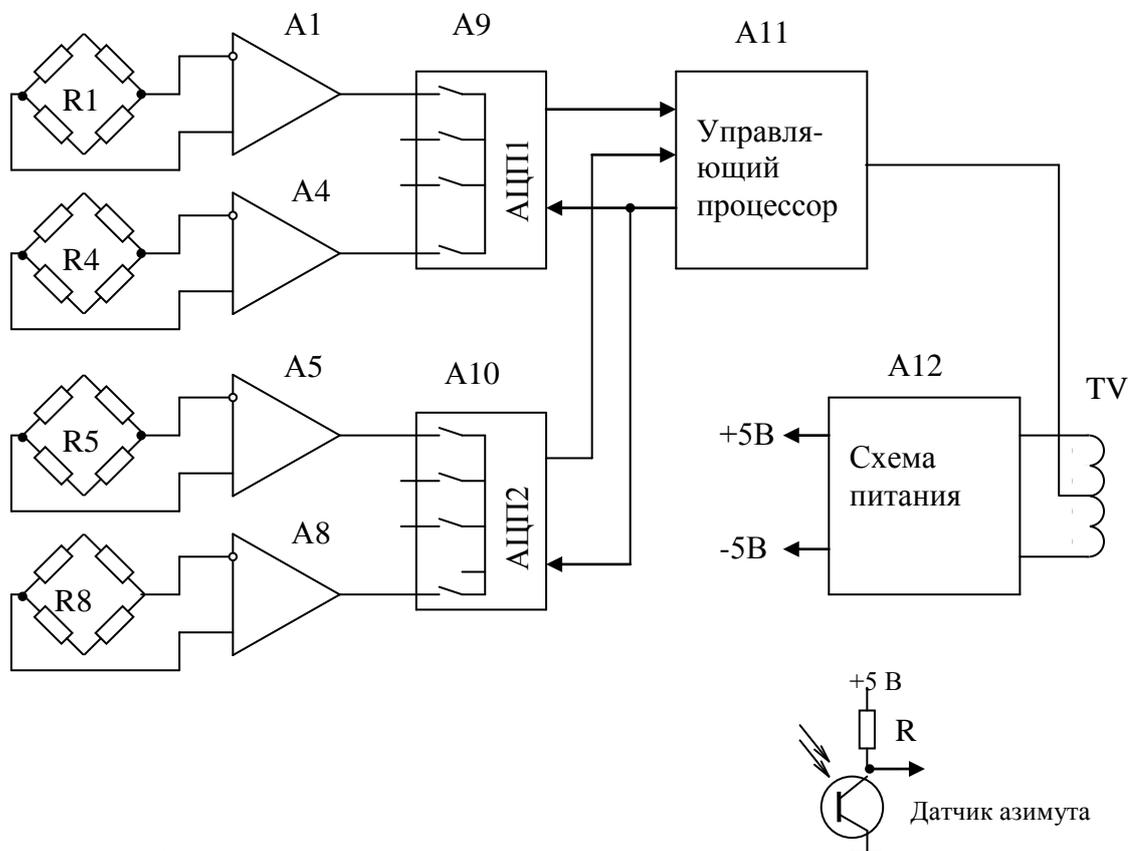


Рисунок 2 - Функциональная схема ротора.

Ротор содержит восемь одинаковых входных дифференциальных усилителей, входы которых подключены к тензоростам R1...R8 (рисунок 2). Выходы этих усилителей подключены к двенадцати-разрядным аналого-цифровым преобразователям A9, A10 (АЦП1 и АЦП2). Работой АЦП1, АЦП2 и коммутатором управляет центральный процессор A11. Выходные сигналы АЦП1 и АЦП2 кодируются управляющим процессором и в коде Манчестер II поступают на обмотки трансформатора. Средняя скорость передачи 500 кбит/с.

На обмотках трансформатора наводится высокочастотное напряжение питания ротора, возбуждаемое катушкой статора. Схема питания A12 преобразует это напряжение в постоянный ток и стабилизирует его по напряжению.

Наиболее важная характеристика усилителей – диапазон номинальных входных сигналов. Диапазон номинальных входных сигналов,  $\beta$  – безразмерная величина, определяемая отношением напряжения разбаланса тензороста к напряжению питания тензороста, при котором цифровой код на выходе АЦП становится равным  $\pm FA0$  в шестнадцатеричном исчислении ( $\pm 4000$  в десятичном исчислении). Для настоящего ротора в состоянии поставки  $\beta$  равна  $\pm 4$  мВ/В.  $\beta$  может иметь иные значения, как для всех каналов, так и отдельно взятых и устанавливается согласно технического задания Заказчика.

Диапазон номинальных входных сигналов может быть увеличен установкой дополнительных одинаковых резисторов в питающую диагональ тензомоста или шунтированием сигнальной диагонали.

Начальный разбаланс тензомостов, в пределах номинального входного сигнала, может быть устранён электронным способом с помощью ПО "ПРОФИ". Разбаланс больше номинального входного сигнала устраняется шунтированием одного из плеч тензомоста.

Конструктивно ротор имеет форму короткого цилиндра, на образующей которого расположены катушки. Одна боковая поверхность ротора снабжена резьбовыми отверстиями для его крепления к исследуемой машине. Другая – закрыта съемной крышкой под которой расположены электронная плата с контактными колодками для подключения тензомостов. В центре ротора расположено отверстие для прокладки соединительных проводов от тензорезисторов. Между катушками ротора установлен фотоприемник датчика азимута. Внешний вид, габаритные и установочные размеры показаны на рисунке 1 Приложения.

### **1.2.2 Статор**

Статор ТТ18.2 состоит из корпуса и пары колец, которые выполняют функцию одновитковых катушек воздушного трансформатора.

Статор ТТ18.2 устанавливается неподвижно на корпусе исследуемой машины таким образом, чтобы его кольца (одновитковые катушки) охватывали катушки ротора с равномерным зазором и минимальным осевым смещением. На торцах корпуса статора размещены разъемы питания и выходного сигнала, а также индикаторный светодиод. На верхней грани корпуса статора, между основаниями колец, расположен инфракрасный осветитель датчика азимута. Конструкция, габаритные и установочные размеры статора показаны на рисунке 2 Приложения.

### **1.2.3 Декодер**

Декодер АТ1.3-1 принимает сигналы в кодировке Манчестер II от статора, декодирует и по интерфейсу USB 2.0 пересылает их на персональный компьютер. По обратной цепи связи декодер принимает команды управления аппаратными нулями и по низкоскоростному каналу связи передает их на статор усилителя.

Конструктивно декодер выполнен в металлическом корпусе. На боковых поверхностях расположены высокочастотные разъемы для подключения сигнальных кабелей и USB разъем для подключения персонального компьютера. На верхней панели установлены светодиоды, отражающие режим работы линии связи и светодиод контроля работы USB канала связи с компьютером. Зеленое свечение светодиодов свидетельствует об исправной работе каналов связи. На рисунке 3 изображен декодер АТ1.3-1.

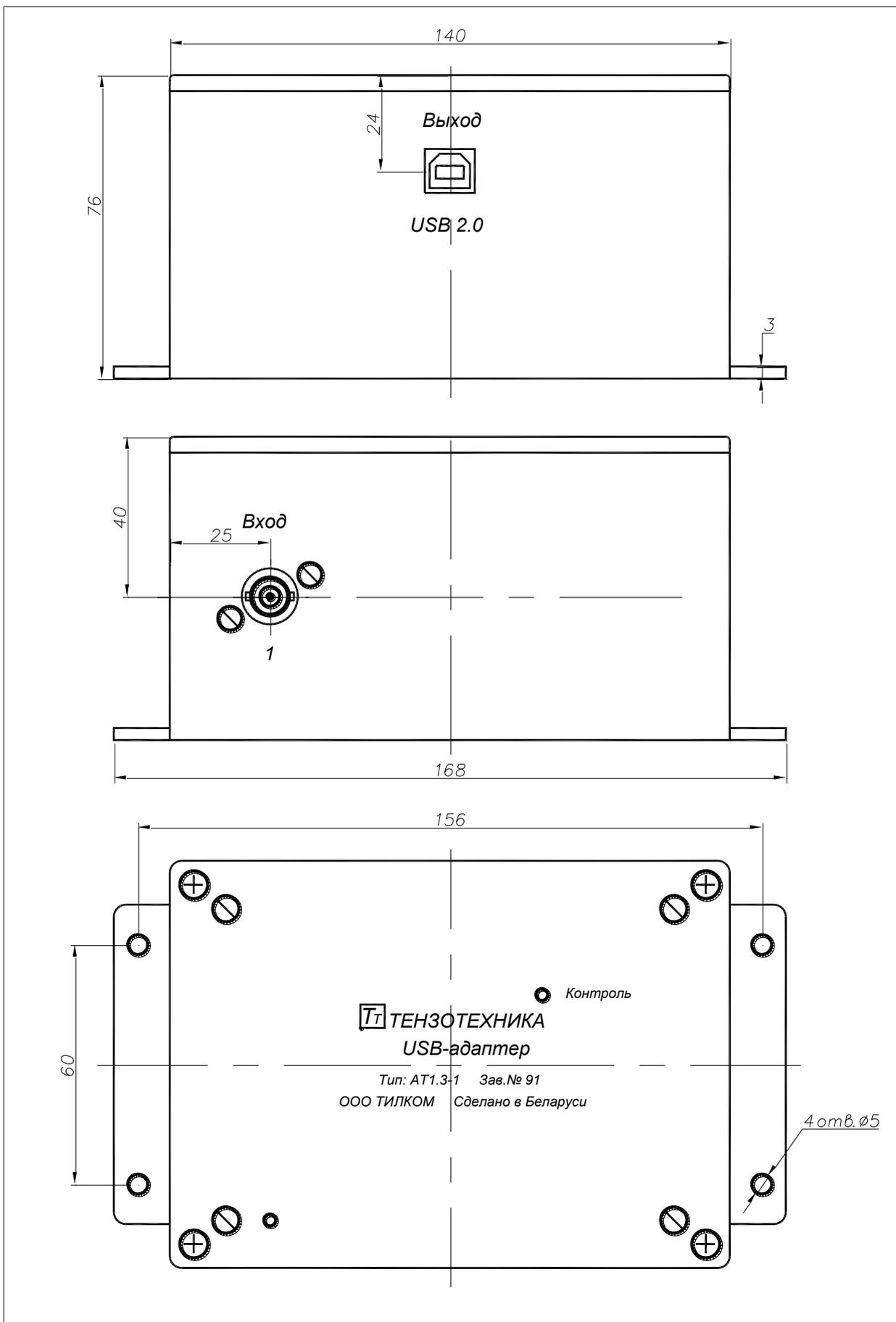


Рисунок 3 - Габаритные и установочные размеры декодера АТ1.3-4

## 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЯ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 2.1 Эксплуатационные ограничения

#### 2.1.1 Внимание!

Подавать возбуждающее напряжение к статору усилителя можно только после выполнения всех коммуникаций входных цепей и тщательной их проверки. Все неиспользованные входы усилителя соединить с контактами +V, или -V (корпус) ротора. Обрыв какой либо входной цепи **недопустим!**

2.1.2 Недопустима подача внешних напряжений на входные цепи ротора.

2.1.3 Суммарное сопротивление всех параллельно включенных тензомостов должно составлять не менее 43 Ом.

### 2.2 Подготовка усилителя к использованию.

2.2.1 Через центральную втулку ротора пропустить жгут проводов от тензодатчиков и закрепить ротор усилителя на вращающейся части исследуемой машины. На неподвижной части исследуемой машины установить статор. Установить равномерный кольцевой зазор между статором и ротором. Регулировкой положения статора или ротора обеспечить соосность в осевом направлении.

2.2.2 Подсоединить выходные проводники исследуемых тензомостов к контактным колодкам ротора, удалив перед этим закорачивающие перемычки. Схема подключения восьми полных тензомостов приведена на рисунке 4. Назначение контактов клеммных колодок нанесено на колодках. Если используются не все каналы, то входы неиспользованных каналов соединить с контактами 0,+V или -V питания (корпус). На рисунке 5 приведен вариант подключения семи мостов к каналам 1,2,3,4,5,7 и 8 усилителя, а канал 6 использован для подключения датчика азимута. Датчик азимута может быть подключен к любому каналу. Схема подключения восьми полумостов приведена на рисунке 6, причем каналы 5 и 7 будут инвертированы. На рисунке 7 используются четыре полумоста, а к каналам 4 и 6 подключен датчик азимута. Так как датчик азимута подключен к инвертирующему входу 4 канала, то сигналы 4 и 6 каналов будут противофазны. В схеме, изображенной на рисунке 4, каналы 2 и 8 не используются, поэтому их входы соединены с контактом 0, однако возможно их соединение с контактами +V или -V.

Перед подсоединением цепей питания, омметром проверить общее суммарное сопротивление всех тензомостов, которое не должно быть меньше 43 Ом. Убедитесь в отсутствии короткого замыкания всех измерительных цепей на корпус исследуемого объекта.

2.2.3 Соединить сигнальным кабелем АТ1.40 статор с декодером. Допускается укорочение или удлинение сигнального кабеля до 100 м, а так же вставка в его разрыв 50-омных соединителей (для удобства монтажа). К разъему "Питание" статора подвести напряжение 12...30 В постоянного тока. Проводку выполнить проводом, рассчитанным на максимальный ток в 1 А. В цепи питания предусмотреть выключатель для оперативного отключения усилителя. Схема подключения разъема "Питание" приведена на рисунке 8.

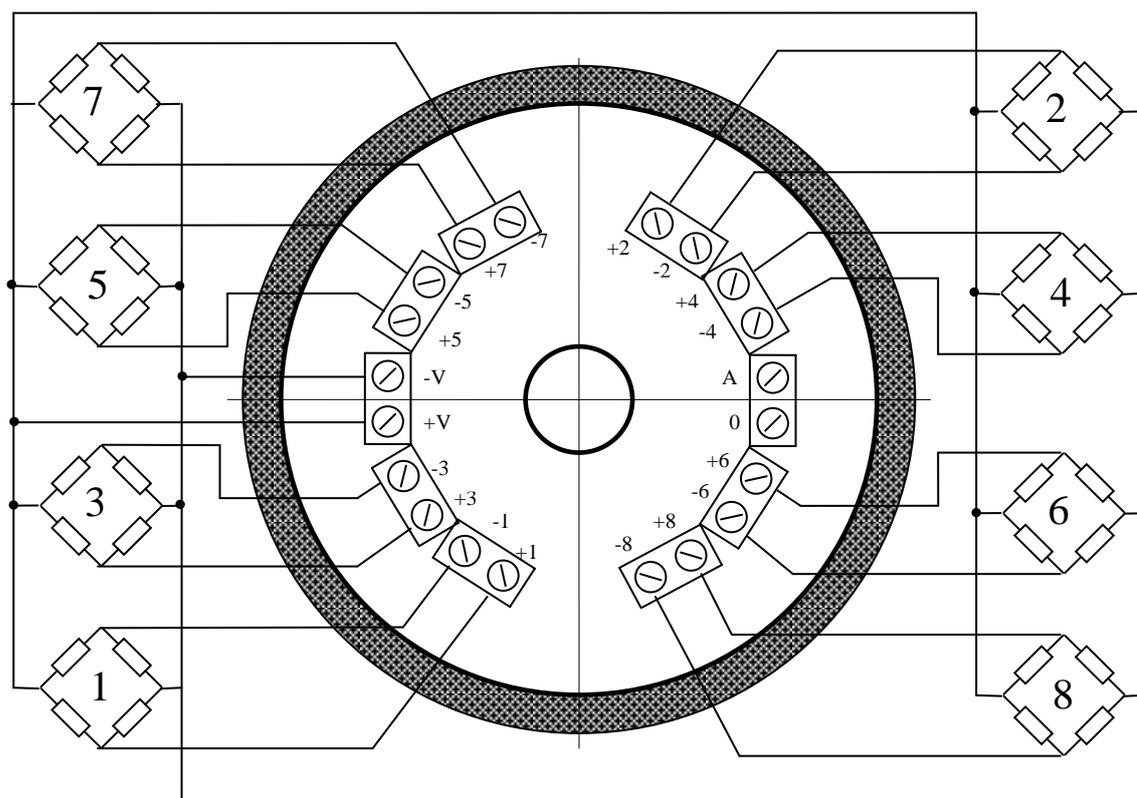


Рисунок 4 - Схема подключения 8 тензостов к ротору усилителя.

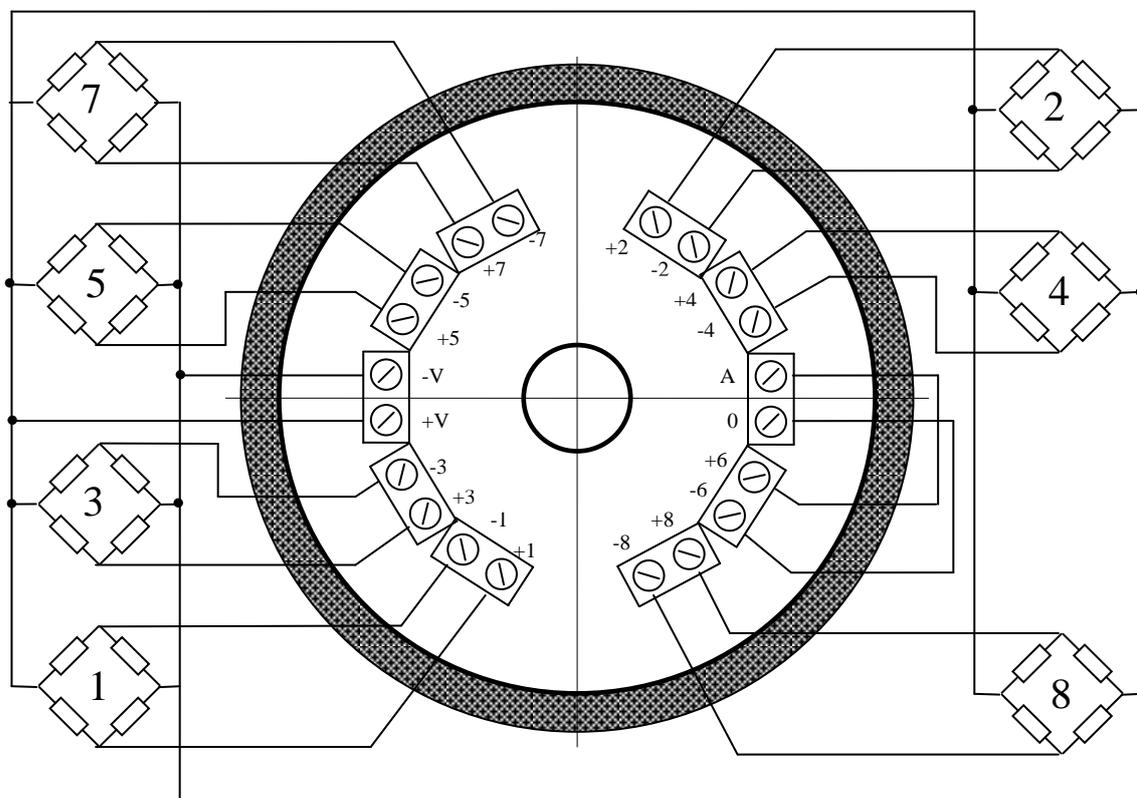


Рисунок 5 - Схема подключения мостов и датчика азимута к ротору усилителя.

ПОЛУМОСТЫ 1,3,5,7

ПОЛУМОСТЫ 2,4,6,8

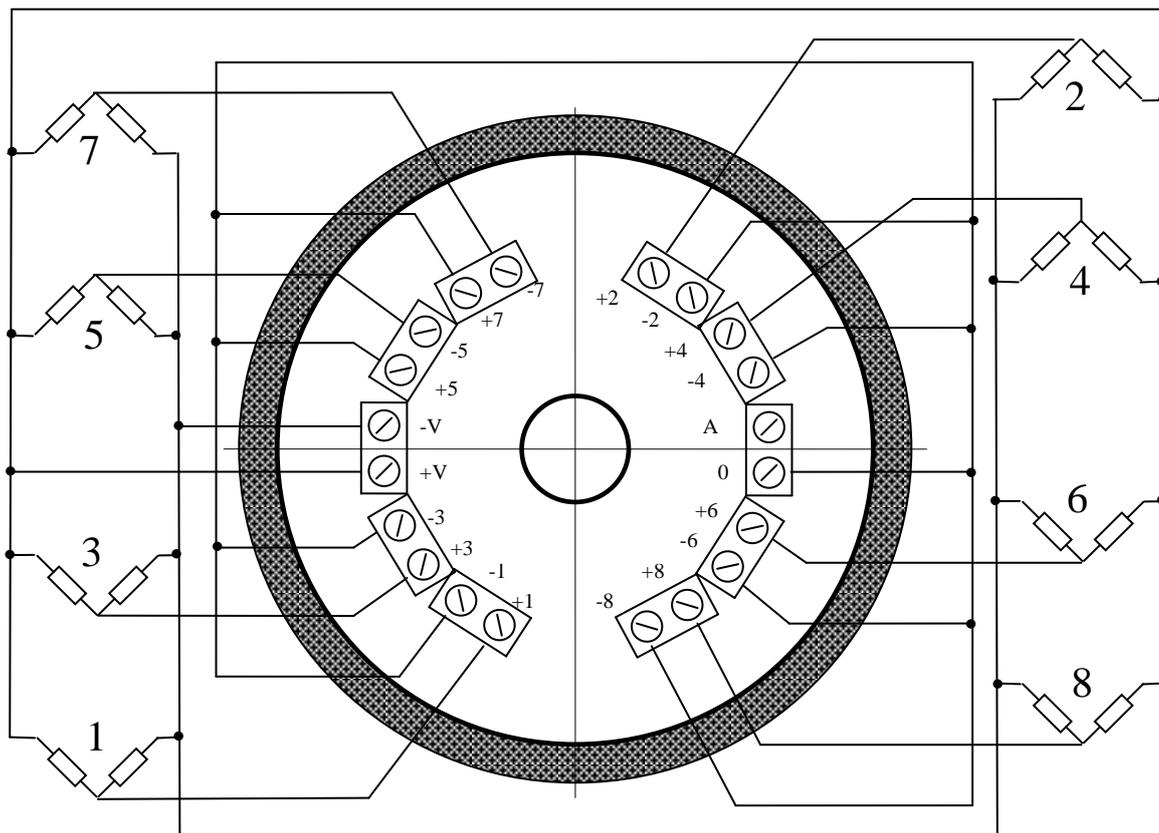


Рисунок 6 - Схема подключения 8 полумостов к ротору усилителя.

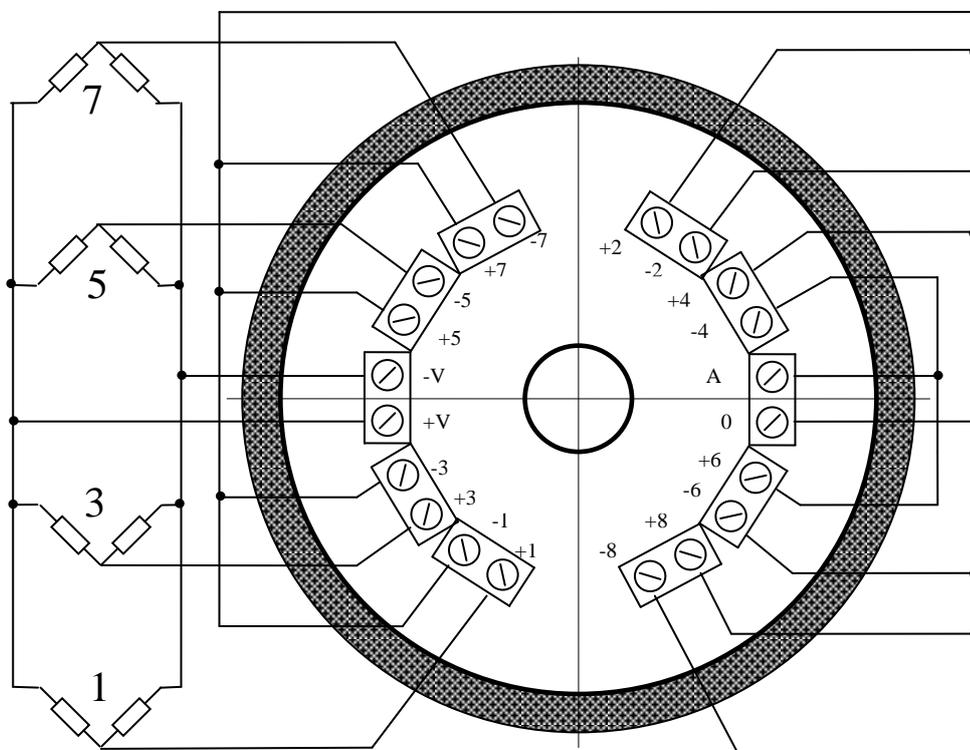


Рисунок 7 - Схема подключения 4 полумостов и датчика азимута к ротору усилителя.

### Разъем "Питание"

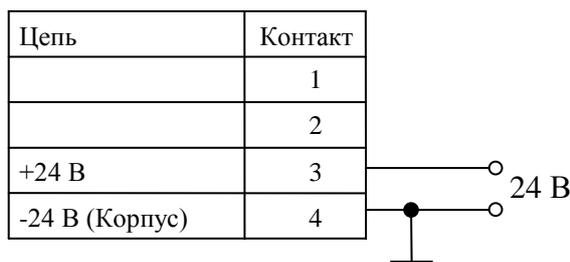


Рисунок 8 - Подключение статора к источнику питания

## 2.3 Использование усилителя

2.3.1. Изучить возможности и правила использования программы "ПРОФИ"

2.3.2. Включить питание усилителя. При штатной работе усилителя должен загореться светодиод на корпусе статора зеленым цветом. Отсутствие свечения светодиода свидетельствует об отсутствии напряжения питания, а красное - об отсутствии сигнала с ротора усилителя.

2.3.3 Включить персональный компьютер. Загрузить программу "ПРОФИ". Произвести контрольные замеры или запись сигналов.

2.3.4 Величина измеренной относительной деформации для полного моста с четырьмя активными тензорезисторами, воспринимающих растяжение-сжатие, может быть оценена по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\beta a}{S_T}$$

где

$\varepsilon$  – относительная деформация, Еод;

$\beta a$  – измеренный входной сигнал, мкВ/В;

$S_T$  – коэффициент тензочувствительности тензорезисторов;

Повышение достоверности измерений может быть достигнуто, применением механической тарировки измерительного тракта.

2.3.5 При перегрузке тензочанала диапазон номинального входного сигналов может быть увеличен установкой дополнительных одинаковых сопротивлений в питающую диагональ тензомоста или шунтированием сигнальной диагонали.

## 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Тензоусилитель телеметрический ТТ18 не требует специального технического обслуживания.

Для удаления загрязнений применять мягкую ткань, смоченную спиртом (категорически запрещается пользоваться для этой цели растворителями красок и эмалей).

## 4. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

4.1. Перечень возможных неисправностей усилителя приведен в таблице 4.1  
Другие неисправности устраняются специализированными ремонтными предприятиями или на предприятии – изготовителе.

Таблица 4.1

Описание последствий отказов и повреждений	Вероятная причина	Указания по устранению последствий и повреждений	Указания по устранению последствий отказов и повреждений
Нет измерительного канала. Нет свечения светодиода статора	Обрыв кабеля питания	Прозвонить кабель питания	Найти и устранить обрыв кабеля
Красное непрерывное свечение светодиода статора	Короткое замыкание или перегрузка по цепи питания тензодатчиков	Проверить наличие напряжения +5 В на роторе	Проверить цепи питания тензодатчиков. Устранить короткое замыкание.
Неуверенное свечение зеленого светодиода на статоре	Неверная установка статора относительно ротора	Проверить правильность установки.	Установить статор согласно п.п. 2.2.1
Красное свечение светодиода линия на декодере	Замыкание или обрыв сигнального кабеля	Прозвонить сигнальный кабель	Найти и устранить замыкание кабеля
Красное свечение светодиода «контроль» на декодере	Замыкание или обрыв кабеля USB	Прозвонить кабель USB	Найти и устранить замыкание кабеля

## 5. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

5.1 Усилитель до введения в эксплуатацию следует хранить на складах при температуре окружающего воздуха от минус 40 до плюс 50 °С и относительной влажности до 95% при температуре 35°С.

В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

5.2 Транспортирование усилителя производится любым видом транспорта в закрытых транспортных средствах.

Предельные климатические условия транспортирования:

-температура окружающего воздуха от минус 40 до плюс 50°С;

-относительная влажность до 95%при температуре 35°С.

## 6. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

6.1 Изготовитель гарантирует соответствие выпускаемых усилителей всем требованиям настоящего РЭ при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, транспортирования и хранения, установленных в настоящем РЭ.

Гарантийный срок хранения – 12 месяца с момента изготовления.

Гарантийный срок эксплуатации – 12 месяцев с момента ввода в эксплуатацию.

6.2 Действие гарантийных обязательств прекращается:

-при истечении гарантийного срока хранения, если усилитель не введен в эксплуатацию до его истечения;

-при истечении гарантийного срока эксплуатации, если усилитель введен в эксплуатацию до истечения гарантийного срока хранения.

Гарантийный срок хранения продлевается на период от подачи рекламации до введения усилителя в эксплуатацию силами предприятия – изготовителя.