

ВОЛОКОННЫЙ ДАТЧИК ВРАЩЕНИЯ ТИУС500

СОДЕРЖАНИЕ

ЧАСТЬ А. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ
2. НАЗНАЧЕНИЕ
3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
4. СОСТАВ И ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
5. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА
6. ПАРАМЕТРЫ ДИСКРЕТНОГО ВЫХОДА
7. ПРИЕМО-СДАТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

ЧАСТЬ Б. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ
2. ПРОВЕРКА
3. ПОРЯДОК УСТАНОВКИ
4. ПОРЯДОК РАБОТЫ
5. ПОРЯДОК ХРАНЕНИЯ

ЧАСТЬ В. ПРИЛОЖЕНИЯ

1. СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ С ДИСКРЕТНЫМ ВЫХОДОМ
2. СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ
3. ГАБАРИТНО-УСТАНОВОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ
4. ПРИМЕРЫ ПАКЕТОВ ПРОТОКОЛА ОБМЕНА

А. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ

ТИУС500(Рис.1) – это трехосный датчик вращения с замкнутым контуром обратной связи. Его функционирование основано на релятивистском эффекте Саньяка. Датчик выполнен по «минимальной конфигурации» обеспечивающую взаимность оптических путей для двух световых волн, распространяющихся навстречу друг другу в волоконном контуре. Датчик содержит в себе источник света (суперлюминесцентный диод), деполаризатор, фотоприемное устройство, два волоконных разветвителя (1:1 и 1:2), разделяющих излучение на три канала, трех кольцевых интерферометров Саньяка, чувствительных к трем ортогональным осям, и блока электроники, осуществляющего энергоснабжение элементов ВОГ, обработку сигналов с фотодетектора и управление фазовыми модуляторами. Кольцевой интерферометр Саньяка состоит из многофункционального интегрально-оптического элемента (МИОЭ) и волоконного контура.



Рис.1 ТИУС500 Внешний вид

ТИУС500 – это надежный и прочный прибор, не требующий обслуживания в течении всего срока эксплуатации и хранения. Прибор обладает высокой устойчивостью к электромагнитным помехам, механическим и температурным возмущениям. Уникальное сочетание точностных и эксплуатационных характеристик открывает новые возможности при создании измерительных, навигационных и контрольных систем нового поколения.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

ТИУС500 предназначен для использования в различных областях техники с целью измерения и контроля угловой скорости вращения. Величина и знак угловой скорости по каждой оси передаются в зависимости от типа исполнения: 1) в виде трех 32-х разрядных чисел с плавающей запятой, типа **float**, через асинхронный последовательный гальванически развязанный интерфейс RS-485 (стандарт TIA/EIA – 485), RS232/RS422 в соответствии с протоколом обмена SSP2.0 младшим байтом вперед (IBM PC); 2) в виде трех дискретных выходных сигналов W+ и W- (унитарный код). Датчик весит не более **1200 грамм** при габаритах **110x110x92 мм**.

Питание ТИУС500 осуществляется от источника постоянного напряжения $\pm 5^{\pm 1\%}$ В или $\pm 18 \div 36$ В. Диапазон измеряемой угловой скорости $\pm 300^\circ/\text{с}$. ТИУС500 функционирует не более через **3 с** после подачи питания. Время точностной готовности составляет не более **30 мин**. Максимальная погрешность измерения угловой скорости на весь срок эксплуатации составляет не более **0.01%** по модулю.

3. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

	Параметр	Единица	Значение	Основные особенности:
1	Диапазон измерения угловой скорости	$^\circ/\text{с}$	$> \pm 300$	-бесшумная работа;
2	Систематическая составляющая нулевого сигнала в ДТР	$^\circ/\text{ч}$	< 5.0	-низковольтное питание;
3	Систематическая составляющая нулевого сигнала при постоянной температуре	$^\circ/\text{ч}$	< 1.0	-низкое энергопотребление;
4	Случайная составляющая нулевого сигнала в ДТР	$^\circ/\text{ч}$	< 1.0	-высокая надежность;
5	Погрешность масштабного коэффициента	%	< 0.3	Условия эксплуатации:
6	Полоса пропускания	Гц	> 100	-при температуре $-20^\circ\text{C} \dots +50^\circ\text{C}$ (ДТР*);
7	Спектральная плотность мощности шума	$^\circ/\sqrt{\text{ч}}$	< 0.02	-при давлении до 10^{-4} мм рт.ст.;
8	Время функциональной готовности	с	< 3	-при вибрациях 20Гц...2кГц, 2g (СКО);
9	Время точностной готовности	мин	< 30	-после ударов до 40g, 3мс и 120g, 1мс.
				Показатели надежности:
				-средняя наработка до отказа 20 тыс. ч;
				-срок службы 7 лет;
				-количество включений не ограничено.

*ДТР – диапазон рабочих температур

4. СОСТАВ И ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

ТИУС500 имеет так называемую минимальную конфигурацию (Рис.2), которая обеспечивает взаимность оптических путей для двух световых волн, распространяющихся навстречу друг другу в волоконном контуре. ТИУС500 состоит из суперлюминисцентного диода (СЛД), деполяризатора (ДП), фотоприемного устройства (ФПУ), двух волоконных разветвителей (ВР(1:1) и ВР(1:2)), трех кольцевых интерферометров Саньяка и блока электроники, осуществляющего энергоснабжение элементов ВОГ, обработку сигналов с фотодетектора и управление фазовыми модуляторами.

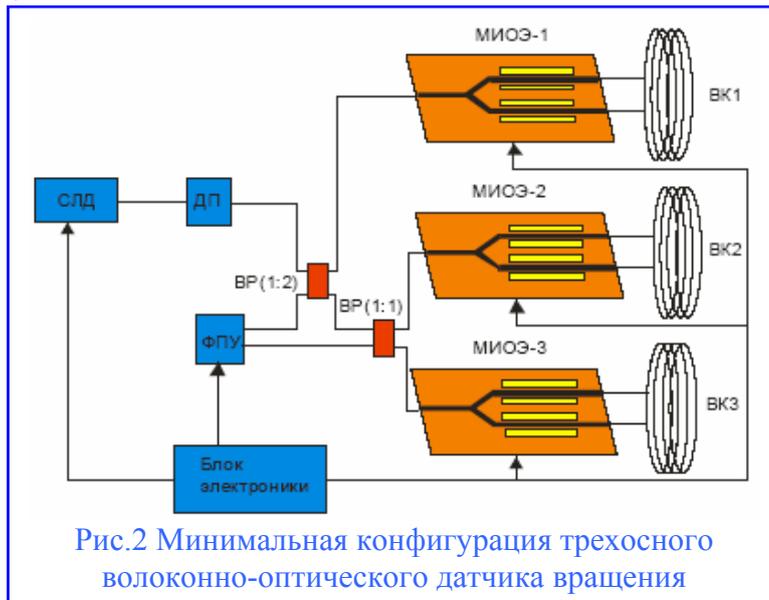


Рис.2 Минимальная конфигурация трехосного волоконно-оптического датчика вращения

Кольцевые интерферометры состоят из многофункционального интегрально-оптического элемента (МИОЭ1-3) и из сохраняющих состояние поляризации света волоконных контуров (ВК1-3). МИОЭ выполняет три функции: 1) поляризации проходящего света с целью уменьшения нестабильности смещения нуля вследствие поляризационной невязимости; 2) расщепление световых волн на распространяющиеся по и против часовой стрелки в ВК с равными мощностями с последующей рекомбинацией на Y-разветвителе; 3) внесение фазового сдвига между встречными волнами с помощью электрооптического фазового модулятора. Применение волокна, сохраняющего состояние поляризации, обусловлено как необходимостью уменьшения дрейфа, вызываемого перекрестной поляризационной связью, так и дрейфа, вызываемого внешними магнитными полями вследствие эффекта Фарадея. Широкополосные фазовые модуляторы, расположенны на обоих плечах МИОЭ, используются для внесения пилообразной фазовой модуляции, обеспечивая работу прибора в режиме замкнутого контура.

Блок электроники вырабатывает три напряжения U_1 , U_2 , и U_3 для формирования пилообразной фазовой модуляции света с целью компенсации разности фаз Саньяка, а также для внесения постоянного фазового сдвига между световыми волнами на $\pi/2$ рад.

В этом случае измеренная угловая скорость определяется соотношением:

$$\Omega = \frac{\lambda n}{\pi D} \varphi_{rs} f,$$

где φ_{rs} и f – амплитуда и частота «пилы» соответственно.

В трехосном ВОГ частота «пилы» стабилизируется кварцевым резонатором, так что $f = \text{const}$. Следовательно, мерой угловой скорости становится амплитуда пилообразной модуляции $\varphi_{rs} = \frac{\pi D}{\lambda n f} \Omega$. Эта величина определяется напряжением, прикладываемым к фазовому модулятору. При этом

$$\varphi_{rs} = K_{\phi M} U$$

где $K_{\phi M} = \frac{\pi}{V_x}$ – эффективность фазового модулятора, V_x – полуволновое напряжение, а значит

$$U = \frac{V_x D}{\lambda n f} \Omega$$

Так как величина V_x пропорциональна длине волны λ , то масштабный коэффициент ВОГ становится независимым от λ , что улучшает температурную стабильность параметров прибора.

В приборе реализован способ поочередного переключения модуляции каналов (осей) с частотой 1 кГц. Мы воспользовались тем обстоятельством, что каждый из трех каналов выдает выходную информацию только в том случае, если на модулятор подан электрический сигнал вспомогательной модуляции. Поэтому простым подключением электрических сигналов к соответствующему модулятору в работу включается сначала одна из осей на время $\approx 333\text{мкс}$, затем другая, потом третья. Далее все циклически повторяется с частотой 1 кГц. При этом все три канала работают идентично и независимо друг от друга, как одноосные схемы с замкнутым контуром обратной связи.

С целью обеспечения высокой чувствительности и стабильности нулевого сигнала волоконный контур устанавливается на теплоизолированном каркасе с симметрично порядовой укладкой со стабильным натяжением намотки одномодового волокна типа PANDA с сильным двулучепреломлением и малыми потерями: $L_p < 2,5\text{ мм}$, $\alpha < 3\text{дБ/км}$.

Интегрирование МИОЭ в оптический блок (ОБ) производится путем непосредственных стыковок его волноводов с концами ВК и с одним из концов входного изотропного разветвителя, имеющего длину, достаточную для пространственной фильтрации излучения.

Есть два основных источника погрешности масштабного коэффициента: 1) конечное время спада и 2) нестабильность фазовой амплитуды «пилы». Чтобы избежать влияния первого фактора используется специальная схема преобразования, благодаря которой время обратного хода пилообразной модуляции исключается из передаточной характеристики ВОГ. А нестабильность фазовой амплитуды минимизируется построением астатической следящей системы, для которой сигналом рассогласования является отклик прибора на периодическое с постоянным периодом тарированное воздействие. Специальная схема, независимо от состояния движения ВОГ, обеспечивает нулевую ошибку стабилизации амплитуды фазовой «пилы» у значения 2π рад при постоянной скорости вращения и ничтожно малое ее значение в динамике.

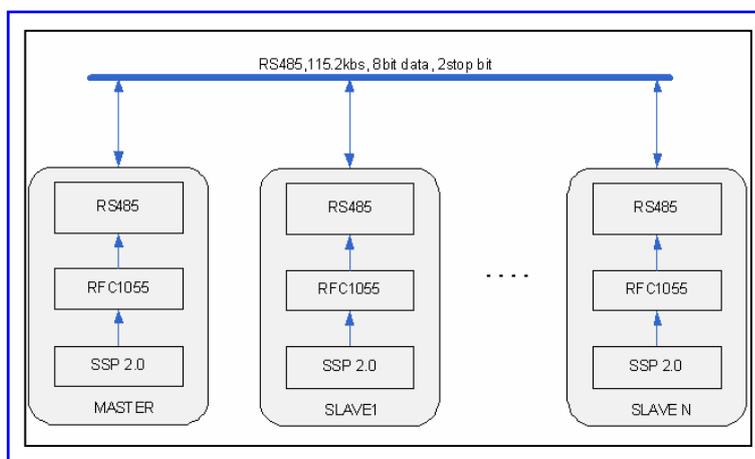
5. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА

ТИУС500 подключается к PC через асинхронный последовательный гальванически развязанный интерфейс RS-485 (стандарт TIA/EIA – 485). Обмен информации с приборами производится в соответствии с протоколом SSP 2.0. Максимальное время реакции на команду - 1.0 мсек (от приема команды до начала передачи).

Протокол SSP использует способ разбиения на кадры по RFC1055 (SLIP), чтобы разделить поток символов. Каждый кадр начинается и заканчивается символом **FEND** (0xc0). Если **FEND** содержится в данных пакета, он посылается внутри кадра как **FESC TFEND** (0xdb 0xdc). Если **FESC** содержится в данных пакета, он посылается внутри кадра как **FESC TFESC** (0xdb 0xdd). Символ **FESC** с любым символом, за исключением **TFEND** или **TFESC**, является ошибкой. Символы **TFEND** и **TFESC** являются обычными символами, если им не предшествует **FESC**. Протокол SSP не поддерживает арбитраж шины между несколькими ведущими устройствами. Каждый кадр RFC1055, включает в себя пакет SSP.

Основной формат пакета SSP: dest, srce, type, ...data... , crc0, crc1.

dest – байтный адрес slave устройства, которое получает данные. Значение dest 0 зарезервировано для возможного использования в дальнейшем как широковещательного



Параметры порта	
Скорость обмена, кБод	115,2
Количество информационных разрядов, бит	8
Количество стоповых битов, бит	2
Проверка четности	непроизводится

адреса. Значение **dest**, равное символам SLIP FEND или FESC запрещено, (100d (64H) по умолчанию).

srce – однобайтный адрес master устройства, который запрашивает данные. Значение srce, равное 0 зарезервировано для возможного использования в дальнейшем. Значение **srce**, равное символам (SLIP) FEND или FESC запрещено, чтобы упростить декодирование адреса; пакеты с этими значениями игнорируются.

type – байт, состоящий из двух полей **ss** и **pktype**. Младшие шесть бит (**pktype**) – тип пакета, а старшие два (**ss**) – дополнительные данные, которые могут обозначать специальные тип данных. (Если конкретный тип не использует биты **ss**, они должны быть 0.) Некоторые значения **pktype** определены как стандартные значения.

type	Адрес	Описание
PING	0 (0x00)	проверка линии связи
INT	1 (0x01)	введена для совместимости
ASK	2 (0x02)	ответ прибора
NAK	3 (0x03)	ошибка
GET	4 (0x04)	считывание данных
WRITE	7 (0x07)	задания нового адреса, запись массива данных
ID	8 (0x08)	идентификация прибора

crc0 и **crc1** – 16-битная проверочная последовательность передаваемая младшим значащим байтом вперед, включающая все предыдущие байты в пакете, от **dest** до последнего байта **data**. Игнорируется любой пакет с некорректной проверочной последовательностью. Пример подсчета CRC последовательности на C++ и примеры пакетов приведены в приложении 3.

Список адресов считываемых с прибора			
Адрес	Параметр	Единицы	Примечание
0	Угл. скорость, полученная на последнем периоде измерения X	град/сек	
1	Угл. скорость, полученная на последнем периоде измерения Y	град/сек	
2	Угл. скорость, полученная на последнем периоде измерения Z	град/сек	
3	Температура корпуса прибора	°C	Справочная величина
24	Время от включения прибора	сек.	Справочная величина

Допускается считывание по одной команде GET значений нескольких переменных. Обращение к не существующим адресам считается ошибкой.

Прибор игнорирует любые пакеты, адресованные не ему и любые некорректные пакеты. Некорректный пакет - который имеет байт srce равный 0, короче минимального пакета SSP, имеет неверную контрольную сумму, имеет ошибку деления на фреймы.

6. ПАРАМЕТРЫ ДИСКРЕТНОГО ВЫХОДА

При использовании дискретного выхода в ТИУС500 выходная информация об измеряемой угловой скорости выдается в виде дискретных выходных сигналов W+, W- (унитарный код) и температуре прибора в виде дискретных выходных сигналов WT (унитарный код) в систему управления.

Форма передаваемых импульсов соответствует приведенной на Рис. 3.

Параметры формируемых в приборе импульсов:

- максимальная частота следования импульсов 125 кГц;
- амплитуда импульса, U , 3÷5 В;
- длительность импульса, $\tau_{имп}$, 1÷3 мкс;
- минимальная скважность следования импульсов 6;
- длительность переднего фронта, $\tau_{ф+}$, 0.2 мкс;
- длительность заднего фронта, $\tau_{ф-}$, 0.2 мкс;
- начальный уровень сигнала, U_0 , <0.4 В;

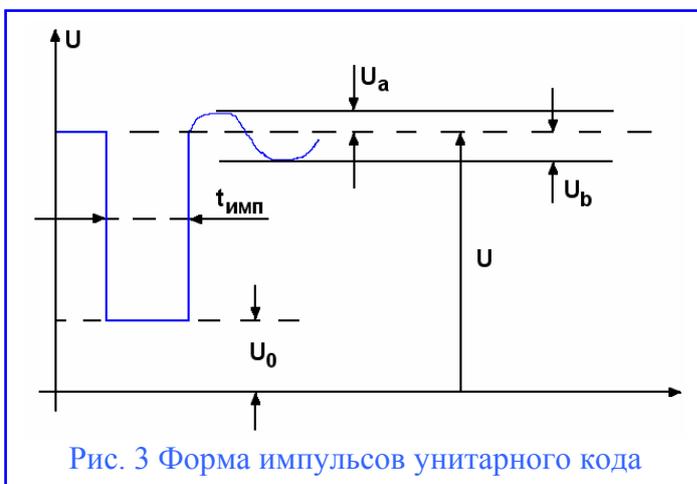


Рис. 3 Форма импульсов унитарного кода

- амплитуда выбросов, $U_a, U_b, <0.4 \text{ В}$;
- сопротивление нагрузки, $R_n, 20 \pm 1,0 \text{ кОм}$;
- максимальная длина линии связи 0.5 м .

7. ПРИЕМО-СДАТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Точностные и эксплуатационные характеристики датчика определяются его конструкцией и используемыми комплектующими материалами. Покупные материалы и компоненты проходят входной контроль на соответствие входным параметрам. Сборочно-установочные операции контролируются визуально. Соответствие полностью изготовленного датчика спецификации подтверждается;

- Проверкой на функционирование;
- Проверкой потребляемой мощности;
- Проверкой диапазона измерения угловой скорости;
- Проверкой нелинейности масштабного коэффициента;
- Проверкой полосы пропускания;
- Проверкой случайной составляющей нулевого сигнала при фиксированной температуре;
- Проверкой спектральной мощности плотности шума.

Б. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ТИУС500

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Проверка и установка прибора должна производиться квалифицированным персоналом, изучившим инструкцию и техническое описание. При работе необходимо использовать средства защиты от **электрического разряда**.

2. ПРОВЕРКА

Проводиться на мощность потребляемую прибором в установившемся режиме и диапазон измеряемой угловой скорости на соответствие паспортным значениям.

3. ПОРЯДОК УСТАНОВКИ

ТИУС500 устанавливается так, чтобы его ось чувствительности Y совпадала с продольной осью объекта, ось X с вертикальной осью объекта, а ось Z с поперечной осью объекта. Установка производится путем поджима фланца основания к посадочной поверхности. Ось чувствительности X ТИУС500 перпендикулярна установочной поверхности, оси Y, Z параллельны установочной поверхности. Электрическое подключение осуществляется через разъемы. Во время подключения все цепи должны быть обесточены.

Не допускается подача напряжения питания отрицательной полярности при подключении прибора. Отклонение напряжения питания от нормы может привести к выходу прибора из строя. Не допускается кратковременное превышение питающих напряжений. ТИУС500 содержит оптико-волоконные узлы и требует аккуратного с ним обращения. Повторное включение прибора производить не ранее, чем через 1 минуту после выключения. Не допускается деформирование и вскрытие прибора.

4. ПОРЯДОК РАБОТЫ

ТИУС500 функционирует менее, чем через 3 секунды после подачи питания. Время точностной готовности составляет менее 30 минут. Схема подключения прибора приведена в **приложении 1**.

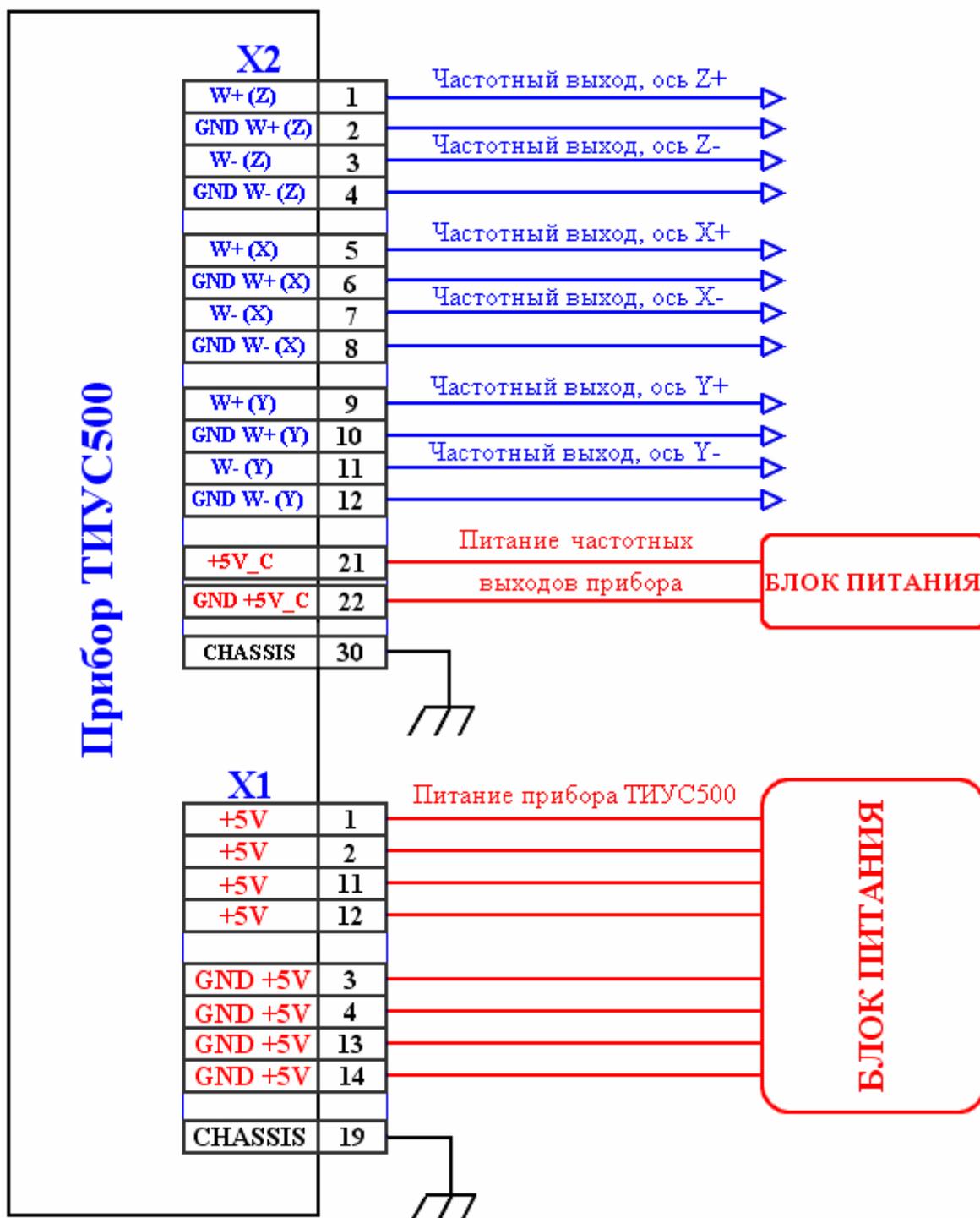
5. ПОРЯДОК ХРАНЕНИЯ

ТИУС500 должен храниться упакованным в штатную тару. Прибор хранить в отапливаемом помещении при отсутствии в воздухе паров кислот, щелочей и других агрессивных сред. Хранение производится при температуре окружающей среды от 15 до 35°C, относительной влажности до 85%, и атмосферном давлении 700-800 мм рт.ст.

В. ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ С ДИСКРЕТНЫМ ВЫХОДОМ

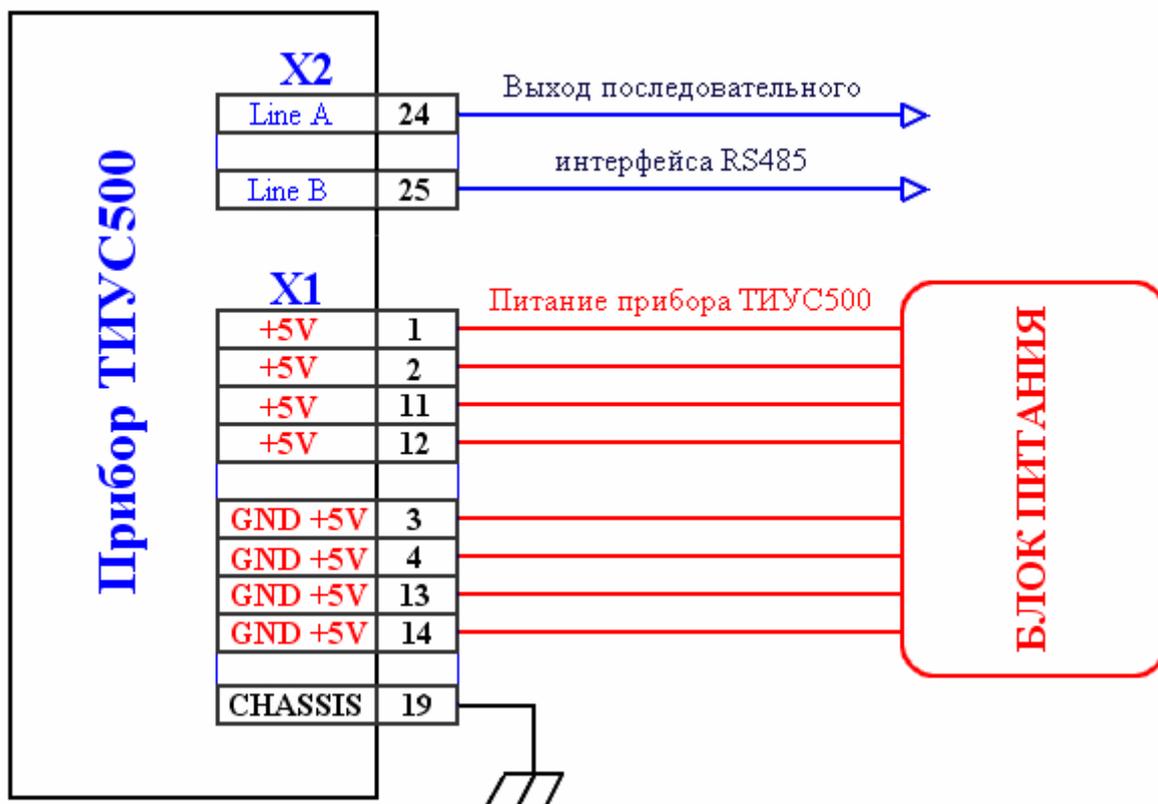
Не допускается подача напряжения питания отрицательной полярности при подключении прибора. Отклонение напряжения питания от нормы может привести к выходу прибора из строя. Не допускается кратковременное превышение питающих напряжений. ТИУС500 содержит оптоволоконные узлы и требует аккуратного с ним обращения. Повторное включение прибора производить не ранее, чем через 1 минуту после выключения.



Тип контакта	Номер	Название	Описание
Вилка X2 – ОСМР1-30-2-В ГЕО.364.384ТУ			
Частотный выход	1	W+ (Z)	Частотный выход, ось Z для положительного направления вращения
	2	GND W+ (Z)	
	3	W- (Z)	Частотный выход, ось Z для отрицательного направления вращения
	4	GND W- (Z)	
	5	W+ (X)	Частотный выход, ось X для положительного направления вращения
	6	GND W+ (X)	
	7	W- (X)	Частотный выход, ось X для отрицательного направления вращения
	8	GND W- (X)	
	9	W+ (Y)	Частотный выход, ось Y для положительного направления вращения
	10	GND W+ (Y)	
	11	W- (Y)	Частотный выход, ось Y для отрицательного направления вращения
	12	GND W- (Y)	
Входы питания	21	+5 В (+5V_C)	+5 В напряжения питания схемы формирования частотных выходов прибора, диапазон от 4.75 В до 5.25 В. Ток потребления менее 200 мА.
	22	Общий +5 В (GND +5V_C)	Общий питания +5 В.
Другие	30	Корпус (CHASSIS)	Контакт с верхней крышке прибора.
Вилка X1 – ОСМР1-19-2-В ГЕО.364.384ТУ			
Входы питания	1, 2, 11, 12	+5 В (+5V)	+5 В напряжения питания прибора, диапазон от 4.75 В до 5.25 В. Ток потребления не более 3 А.
	3, 4, 13, 14	Общий +5 В (GND +5V)	Общий питания +5 В.
Другие	19	Корпус (CHASSIS)	Контакт к верхней крышке прибора.

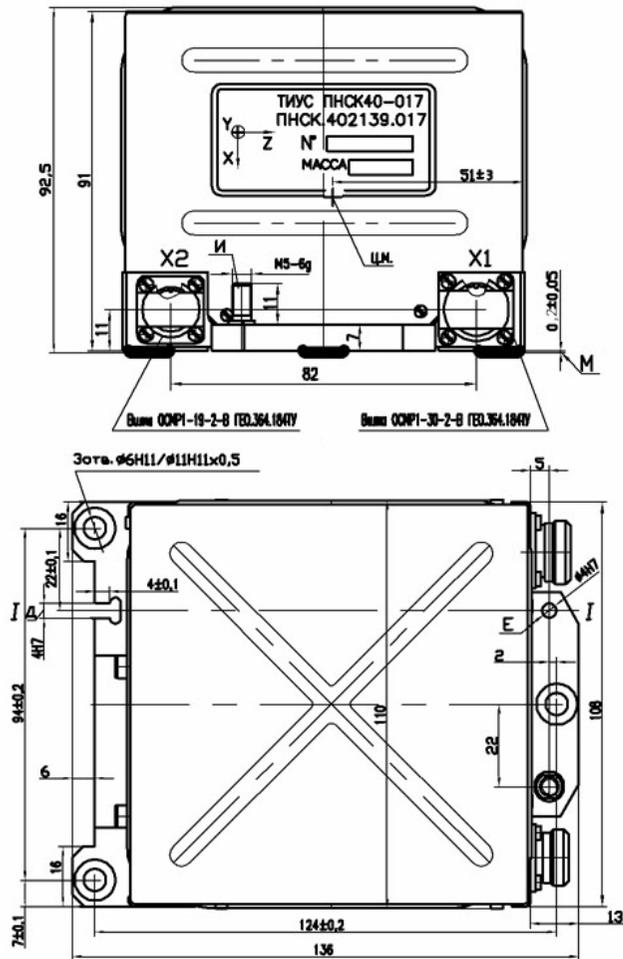
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ

Не допускается подача напряжения питания отрицательной полярности при подключении прибора. Отклонение напряжения питания от нормы может привести к выходу прибора из строя. Не допускается кратковременное превышение питающих напряжений. ТИУС500 содержит оптико-волоконные узлы и требует аккуратного с ним обращения. Повторное включение прибора производить не ранее, чем через 1 минуту после выключения.



Тип контакта	Номер	Название	Описание
Вилка X2 – ОСМР1-30-2-В ГЕО.364.384ТУ			
Выход последовательного интерфейса	24	Line A	Линия приемопередатчика последовательного интерфейса RS485
	25	Line B	
Вилка X1 – ОСМР1-19-2-В ГЕО.364.384ТУ			
Входы питания	1, 2, 11, 12	+5 В (+5V)	+5 В напряжения питания прибора, диапазон от 4.75 В до 5.25 В. Ток потребления не более 3 А.
	3, 4, 13, 14	Общий +5 В (GND +5V)	Общий питания +5 В.
Другие	19	Корпус (CHASSIS)	Контакт к верхней крышке прибора.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ГАБАРИТНО-УСТАНОВОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ



СПИСОК АДРЕСОВ СЧИТЫВАЕМЫХ С ПРИБОРА

- 0 – Угловая скорость канал X, град/сек.
- 1 – Угловая скорость канал Y, град/сек.
- 2 – Угловая скорость канал Z, град/сек.
- 3 – Температура корпуса прибора, °C
- 24 – Время от включения прибора, секунда.

УКАЗАНИЯ ПО УСТАНОВКЕ И ПОДКЛЮЧЕНИЮ

1. Требования к установочной поверхности
 - температура **45°C max**
 - неплоскость **0.05 мм**
2. Паз Д и отверстие Е – установочная база. Установочные штифты должны входить в паз и отверстие с минимальным зазором.
3. В приборе содержатся хрупкие компоненты по корпусу не ударять.
4. Соблюдать правила по защите от электростатического электричества.
5. При подключении все цепи должны быть обесточены.
6. После подключения проверить потребляемую мощность и диапазон измерения угловой скорости на соответствие паспортным значениям.

1. Ортогональность осей чувствительности прибора не хуже 5 угл. минут
2. Рассеиваемая мощность <7 Вт
3. Вес датчика 1200 грамм
4. Материал корпуса алюминиевый сплав Д16Т

ПАРАМЕТРЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ПОРТА

- скорость обмена **115,2 кБит**
- бит данных **8 бит**
- стоп бит **2 бита**
- проверка четности **нет.**

ТИУС500 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Диапазон измерения **> ±300 %с**
- Систематическая составляющая нулевого сигнала в ДТР **< 5.0 %/ч**
- Систематическая составляющая нулевого сигнала при постоянной температуре **< 1.0 %/ч**
- Случайная составляющая нулевого сигнала в ДТР **< 1.0 %/ч**
- Погрешность масштабного коэффициента **< 0.3 %**
- Полоса пропускания **> 100 Гц**
- Спектральная плотность мощности шума **< 0.02 %/√ч**
- Время функциональной готовности **< 3 с**
- Время точностной готовности **< 30 мин**

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- Рабочая температура **-20°C...+50°C**
- Давление **до 10⁻⁴ мм рт.ст.**
- Вибрации **20Гц...2кГц, 2g**
- Удары ускорения **до 40g, 3мс и 120g, 1мс.**

ПАРАМЕТРЫ НАДЕЖНОСТИ

- Средняя наработка до отказа **20000 час**
- Срок службы **7 лет**

Внешний разъем X1 – ОСМР1-19-2-В ГЕО.364.384ТУ			Внешний разъем X2 – ОСМР1-30-2-В ГЕО.364.384ТУ		
Контакт	Название	Описание	Контакт	Название	Описание
1, 2 11, 12	+5 V	Вход питания +5В±0.25В, 3 А.	7	W- (X)	Частотный выход, ось X для отрицат. направ. вращения
3, 4 13, 14	GND	«Земля» общий питания +5 В.	9	W+ (Y)	Частотный выход, ось Y для положит. направ. вращения
19	CHASSIS	«Земля» корпус датчика	10	GND W+ (Y)	
			11	W- (Y)	Частотный выход, ось Y для отрицат. направ. вращения
			12	GND W- (Y)	
Внешний разъем X2 – ОСМР1-30-2-В ГЕО.364.384ТУ					
Контакт	Название	Описание	24	Line A	Линии приемопередатчика интерфейса RS485
1	W+ (Z)	Частотный выход, ось Z для положит. направ. вращения	25	Line B	
2	GND W+ (Z)				
3	W- (Z)	Частотный выход, ось Z для отрицат. направ. вращения	21	+5V_C	Вход питания +5В±0.25В, 300 мА.
4	GND W- (Z)		22	GND +5V_C	«Земля» общий питания +5 В.
5	W+ (X)	Частотный выход, ось X для положит. направ. вращения	30	CHASSIS	«Земля» корпус датчика
6	GND W+ (X)				

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ПРИМЕРЫ ПАКЕТОВ ПРОТОКОЛА ОБМЕНА

PING - тестовый пакет без данных, для проверки линии связи.

Формат → 0.0 (Dec), 0x00 (Hex)

DEST	SRCE	0x00	CRC0	CRC1
------	------	------	------	------

Ответ прибора **ACK**. Формат → 1.2 (Dec) □ 0x42 (Hex)

DEST	SRCE	0x42	CRC0	CRC1
------	------	------	------	------

INIT - введена для совместимости, никакой реакции не вызывает.

Формат → 0.1 (Dec), 0x01 (Hex)

DEST	SRCE	0x01	CRC0	CRC1
------	------	------	------	------

Ответ прибора **ACK**. Формат → 0.2 (Dec), 0x02 (Hex)

DEST	SRCE	0x02	CRC0	CRC1
------	------	------	------	------

ID - идентификация изделия.

Формат → 0.8 (Dec), 0x08 (Hex)

DEST	SRCE	0x08	CRC0	CRC1
------	------	------	------	------

Ответ прибора **ACK + строка ASCII**. Формат → 0.2 (Dec), 0x02 (Hex)

DEST	SRCE	0x02	ASCII	ASCII	CRC0	CRC1
------	------	------	-------	-------	-------	------	------

WRITE - запись массива данных в устройство. В изделии используется только для задания нового адреса.

Формат → 0.7 (Dec), 0x07 (Hex)

DEST	SRCE	0x07	ADR	DAT0	DATN	CRC0	CRC1
			4 byte	4 byte		4 byte		

Поле ADR – адрес массива 32bit длиной, передается младшим значащим битом вперед:

BYT0	BYT1	BYT2	BYT3
------	------	------	------

Поле DAT – одно поле данных массива 32bit длиной, передается младшим значащим битом вперед:

BYT0	BYT1	BYT2	BYT3
------	------	------	------

GET – считывание данных с прибора.

Формат → 0.4 (Dec), 0x04 (Hex)

DEST	SRCE	0x04	ADR1	DAT0	ADRN	DATN	CRC0	CRC1
			2 byte	4 byte		2 byte	4 byte		

Поле ADR – адрес переменной 16bit длиной, передается младшим значащим битом вперед:

BYT0	BYT1
------	------

Поле DAT – переменная по адресу ADR 32bit длиной, передается младшим значащим битом вперед:

BYT0	BYT1	BYT2	BYT3
------	------	------	------

Ответ прибора **ACK**. Формат → 0.2 (Dec), 0x02 (Hex)

DEST	SRCE	0x02	CRC0	CRC1
------	------	------	------	------

Начальное значение сдвигового регистра где рассчитывается CRC должно равняться 0xFFFF (Hex format).

#define mask 0x1021

```
unsigned short updcrc(unsigned short crc, unsigned short c) {  
    c <<= 8;  
    for (unsigned char i = 0; i < 8; i++) {  
        if ((crc ^ c) & 0x8000) crc = (crc << 1) ^ mask;  
        else crc <<= 1;  
        c <<= 1;  
    } return crc;}  

```