

ООО «ИЛИНС»  
117246, Москва, Научный  
проезд, д. 20, стр.2

e-mail: [contact@ilins-group.ru](mailto:contact@ilins-group.ru)  
<http://ilins-group.ru>

## КомпаНав-3

Малогабаритная интегрированная  
инерциально-спутниковая  
навигационная система



Описание системы

---

## 1. Назначение системы и принцип работы

Малогабаритная интегрированная инерциально-спутниковая навигационная система «КомпаНав-3» предназначена для определения координат местоположения, параметров движения и углов ориентации подвижного объекта. Система представляет собой комбинацию блока микроэлектромеханических (MEMS) инерциальных датчиков и приёмника спутниковой навигационной системы (СНС), размещённых в общем корпусе.

В процессе работы навигационной системы «КомпаНав-3» приёмник спутниковой навигационной системы осуществляет определение текущих координат местоположения объекта. Блок инерциальных чувствительных элементов определяет параметры углового и линейного движения объекта, на основании которых высокоскоростной вычислитель осуществляет расчет углов ориентации (курса, крена и тангажа), коррекцию координат местоположения и выдает информацию потребителю.

Разработана компактная бескорпусная модификация «КомпаНав-3» для установки в качестве встраиваемого навигационного модуля.

Навигационная система «КомпаНав-3» предназначена для установки на подвижных объектах различного типа. В качестве дополнительного источника навигационной информации может применяться одомер.

## 2. Технические данные

### 2.1. Состав

В состав «КомпаНав-3» входят:

1. Блок чувствительных элементов и цифровой обработки сигналов (БЧЭ) со встроенным приёмником GPS/ГЛОНАСС.
2. Антенна приёмника спутниковой навигационной системы.
3. Коммутационный кабель.



Рис.1. Внешний вид «КомпаНав-3»

## 2.2. Физические параметры

Таблица 1

Блок чувствительных элементов и цифровой обработки сигналов	
Габариты	127×74×39 мм
Масса	0,35 кг
Антенна приёмника СНС	
Габариты	38×34×14 мм
Масса (с кабелем)	0,1 кг
Длина соединительного кабеля	5 м

## 2.3. Эксплуатационные параметры

Таблица 2

Окружающая среда	
Рабочая температура	-40..+75°C
Температура хранения	-60..+80°C
Влажность	5..98%
Давление	450..850 мм рт. ст.
Физические воздействия	
Удар многократный	50g (3 мс)
Удар однократный	500g (1 мс)
Вибрация (синусоидальная)	2g (20..20000 Гц)
Электрические параметры	
Напряжение питания	=12..30 В
Потребляемая мощность	1,5 Вт (макс)
Частота обновления информации	50 Гц
Время готовности к работе	10 с
Интерфейс выдачи данных	RS-232, RS-422
Наработка на отказ	15000 ч
Срок службы	7 лет

## 2.4. Рабочие диапазоны

Таблица 3

Угловая скорость	$\pm 250$ °/с
Ускорение	$\pm 5g$
Тангаж	$\pm 90^\circ$
Крен	$\pm 180^\circ$
Курс	$0..360^\circ$
Высота (максимальная калиброванная)	6000 м

## 3. ТОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ<sup>1</sup>

Таблица 4. Точностные характеристики\*

	Интегрированный режим ИНС/СНС	Без коррекции от СНС	Интегрированный режим ИНС/одометр
Углы ориентации (крен, тангаж)			
прямолинейное движение	0,3°	0,5°	0,4°
маневрирование	0,5°	1°	0,8°
Курс (путевой угол)			
динамическая точность	0,3°	3° (5 мин)	3° (5 мин)
Путевая скорость	0,3 м/с	5 м/с (5 мин)	1 м/с (10 мин)
Горизонтальные координаты	6 м	500 м (5 мин)	2% от пр. пути (10 мин)
Высота	10 м	15 м	15 м

\* все величины в таблице соответствуют  $1\sigma$

<sup>1</sup> Точностные характеристики могут быть изменены. За дополнительной информацией обращайтесь к производителю.

---

## 4. Эксплуатация

### 4.1. Установка

БЧЭ устанавливается на горизонтальную поверхность таким образом, чтобы крышка блока располагалась сверху, а контактный разъём на боковой стороне блока был направлен в сторону, обратную направлению движения транспортного средства. Ориентация осей чувствительных элементов показана на крышке блока. Допуски на установку БЧЭ в плоскости горизонта и по продольной оси транспортного средства составляют  $\pm 5^\circ$ . Оптимальным является расположение блока чувствительных элементов вблизи от центра масс объекта навигации.

Для крепления блока навигационной системы в корпусе предусмотрены 4 отверстия  $\varnothing 4,5$  мм. Допускается крепление блока на двухсторонний скотч или ленту-липучку (если при этом обеспечивается надёжная фиксация блока).

Антенна приёмника СНС устанавливается на открытой поверхности объекта таким образом, чтобы обеспечить надёжное крепление в соответствующих условиях эксплуатации. Установка антенны должна обеспечивать максимальный обзор верхней полусферы небосвода.

### 4.2. Сборка

Сборка навигационной системы осуществляется путем присоединения коммутационного кабеля к соответствующим разъёмам и установки антенны СНС.

Порядок сборки:

1. Подключить коммутационный кабель к блоку чувствительных элементов (разъём MS3112E14-19P).
2. Подсоединить антенну СНС к блоку чувствительных элементов (разъём SMA174).
3. Подключить разъём DB9F последовательного порта к устройству хранения и отображения навигационной информации (например, к персональному компьютеру).
4. Подключить разъёмы питания к источнику постоянного тока.

### 4.3. Включение

Включение системы производится подключением разъема питания к источнику постоянного тока. При этом светодиоды на передней панели БЧЭ (индикатор режима ИНС и индикатор работы СНС – Рис.2) показывают состояние прибора и качество сигнала СНС в соответствии с таблицами 5-6.

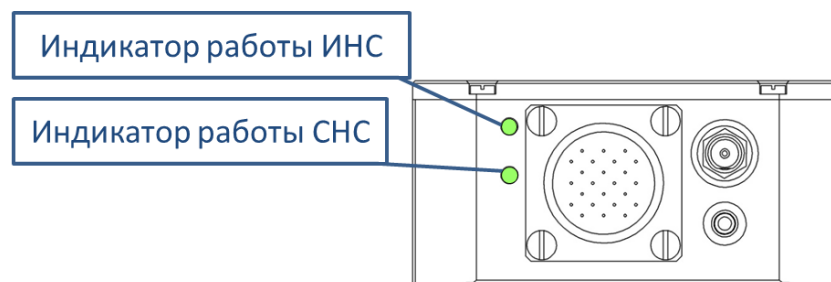


Рис.2. Индикаторы на передней панели

Таблица 5. Индикатор режима ИНС

Цвет индикатора	Режим
Не горит	Отсутствует питание
<b>Красный</b>	Выставка
<b>Зелёный</b>	Навигация

Таблица 6. Индикатор режима СНС

Цвет индикатора	Режим
Не горит	Не подключён приёмник СНС
<b>Красный</b>	Приём NMEA информации с приёмника СНС есть, но точность измерения недостаточна
<b>Красный мигающий</b>	Информация с приёмника СНС не распознана (возможно, неправильно установлена скорость или не NMEA протокол)
<b>Зелёный</b>	Приём информации NMEA с приёмника есть, точность измерений достаточная (нормальный режим работы)
<b>Зелёный мигающий</b>	Настройка параметров приемника СНС после подачи питания

Навигационная система «КомпаНав-3» работает в двух режимах: *Выставка* и *Навигация*. Режим выставки включается автоматически после подачи питания. Выставка длится 30 секунд, во время выставки светодиодный индикатор режима ИНС красного цвета.

**Во время выставки запрещается перемещение и поворот блока чувствительных элементов!** По окончании выставки блок автоматически переходит в режим навигации, при этом цвет светодиодного индикатора работы ИНС становится зелёным.

---

## 5. Характеристики обмена данными

Навигационная система «Компанав-3» подключается к потребителю навигационной информации через последовательный коммуникационный порт RS-232 со следующими фиксированными аппаратными параметрами:

Таблица 7.

Бод	115200
Количество бит на символ	8
Количество стоповых битов	1
Контроль чётности	Отсутствует
Управление потоком	Отсутствует
PnP поддержка	Отсутствует

Используемый разъём типа DB9F имеет стандартную разводку для подключения к ПК.

### 1. Передача данных потребителю навигационной информации.

Данные передаются пакетами из нескольких байт. Частота следования пакетов равна 10 Гц. Пакеты передаются пользователю без запроса и содержат в себе следующую структуру:

- Заголовок (2 байта).
- Тело пакета (различные поля данных)
- Контрольная сумма (2 байта).

В отправляемых пакетах содержится следующая информация:

1. Углы ориентации блока/объекта:
  - Крен
  - Тангаж
  - Рысканье (курс)
  - Магнитный курс.
  - СНС курс (путевой угол)
2. Скорости:
  - Скорость системы горизонтальная.
  - СНС скорость.
  - Скорость подъема.
3. Координаты:
  - Широта, долгота системы
  - Широта, долгота СНС
  - Высота барометрическая.
  - Высота комплексированная.
  - Высота СНС.
4. Угловые скорости в связной СК.
5. Кажущиеся ускорения в связной СК.
6. Декодированная СНС информация из NMEA сообщений: GGA, RMC, GSA, GSV.
7. Время работы после выставки, время работы блока.

Приемник СНС выдает значения скорости, координат, путевого угла и высоты в зависимости от режима работы:

- Режим GPS
- Режим GLONASS
- Режим GPS/GLONASS

Переключение режима работы приемника СНС осуществляется специальной командой, формат которой описан ниже.

Протокол передачи данных представляет собой пакет бинарных данных со следующими статическими полями:

Таблица 8. Основной 10 Гц пакет

<i>Поле</i>	<i>Тип данных</i>	<i>Комментарий</i>
Заголовок	INT	Постоянное значение, равное 0xFACE. сначала 0xCE, потом 0xFA
Время работы блока	LONG	Единица равна одной десятой секунды. Что бы получить время в секундах необходимо поделить выводимое число на 10.
Регистр флагов	INT	Регистр флагов №1. Бит установленный в "1" соответствует значению "true". Список битовых масок: 0x0004 (1 bit): система считает, что показания СНС неверны 0x0008 (1 bit): есть данные от СНС 0x0010 (1 bit): СНС COM порт получает данные 0x0020 (1 bit): плохая выставка (выставка в движении) 0x0040 (1 bit): неверный курс (не инициализирован или большая накопленная ошибка) 0x0080 (1 bit): производится коррекция курса МИНС от показаний путевого угла СНС 0x0100 (1 bit): поддержка выдачи данных многоканального приемника СНС. В случае true идентификатор данных СНС отображает текущие выводимые каналы данных СНС.
Массив сырых данных	19xLONG	19 значений сырых данных с датчиков
	INT	Зарезервировано



<i>Поле</i>	<i>Тип данных</i>	<i>Комментарий</i>
Идентификатор данных СНС	INT	0 – В пакетах GSA и GSV присутствует информация о первых 12-ти каналах приемника СНС 1 - В пакетах GSA и GSV присутствует информация с 12-го по 24-й канал приемника СНС Идентификатор меняет свое значение после каждого такта выдачи информации.
	LONG	Зарезервировано
RMC UTC время	FLOAT	Текущее мировое время в секундах
RMC широта	FLOAT	В градусах, до десятичной точки
RMC широта	FLOAT	В градусах, после десятичной точки. Т.о. для получения широты необходимо сложить эти два поля.
RMC долгота	FLOAT	В градусах, до десятичной точки
RMC долгота	FLOAT	В градусах, после десятичной точки. Т.о. для получения долготы необходимо сложить эти два поля.
RMC скорость	FLOAT	СНС скорость в м/с
RMC путевой угол	FLOAT	СНС путевой угол в градусах
RMC дата	LONG	В формате: ддммгг (день, месяц, год)
	FLOAT	Зарезервировано
GGA UTC время	FLOAT	Текущее мировое время в секундах
GGA широта	FLOAT	В градусах, до десятичной точки
GGA широта	FLOAT	В градусах, после десятичной точки. Т.о. для получения широты необходимо сложить эти два поля.
GGA долгота	FLOAT	В градусах, до десятичной точки
GGA долгота	FLOAT	В градусах, после десятичной точки. Т.о. для получения долготы необходимо сложить эти два поля.
GGA режим	INT	0 – координаты не определены 1,2,3 – координаты определены
GGA кол-во спутников	INT	Кол-во используемых спутников
GGA HDOP	FLOAT	Мера ошибки определения координат в плоскости горизонта
GGA высота	INT	Высота в метрах
GGA разн. высот	INT	Не используется
GSA режим счисления	INT	1 – координаты не определены. 2 – координаты определены в плоскости горизонта. 3 – определены 3-ех мерные координаты
GSA массив идентификаторов спутников	12xINT	Сигнал от спутников с данными идентификаторами используются в решении
GSA PDOP	FLOAT	3-ех мерный показатель точности СНС

<i>Поле</i>	<i>Тип данных</i>	<i>Комментарий</i>
GSA HDOP	FLOAT	Мера ошибки определения координат в плоскости горизонта
GSA VDOP	FLOAT	Мера ошибки определения высоты
GSV кол-во спутников	INT	Количество спутников, которые могут войти в решение, действительно от 1 до 32
GSV идентификатор №1	INT	Идентификатор спутника – уникальное для каждого спутника число
GSV угол возвышения №1	INT	От 0 до 90 градусов
GSV азимут №1	INT	От 0 до 359 градусов
GSV отношение сигнал/шум №1	INT	Измеряется в дБГц, от 0 до 99, когда 0 – спутник не отслеживается
GSV идентификатор №2	INT	
GSV угол возвышения №2	INT	
GSV азимут №2	INT	
GSV отношение сигнал/шум №2	INT	
GSV идентификатор №3	INT	
GSV угол возвышения №3	INT	
GSV азимут №3	INT	
GSV отношение сигнал/шум №3	INT	
GSV идентификатор №4	INT	
GSV угол возвышения №4	INT	
GSV азимут №4	INT	
GSV отношение сигнал/шум №4	INT	
GSV идентификатор №5	INT	
GSV угол возвышения №5	INT	
GSV азимут №5	INT	
GSV отношение сигнал/шум №5	INT	
GSV идентификатор №6	INT	
GSV угол возвышения №6	INT	
GSV азимут №6	INT	
GSV отношение сигнал/шум №6	INT	
GSV идентификатор №7	INT	
GSV угол возвышения №7	INT	
GSV азимут №7	INT	
GSV отношение сигнал/шум №7	INT	
GSV идентификатор №8	INT	
GSV угол возвышения №8	INT	
GSV азимут №8	INT	
GSV отношение сигнал/шум №8	INT	
GSV идентификатор №9	INT	
GSV угол возвышения №9	INT	
GSV азимут №9	INT	
GSV отношение сигнал/шум №9	INT	
GSV идентификатор №10	INT	
GSV угол возвышения №10	INT	

<i>Поле</i>	<i>Тип данных</i>	<i>Комментарий</i>
GSV азимут №10	INT	
GSV отношение сигнал/шум №10	INT	
GSV идентификатор №11	INT	
GSV угол возвышения №11	INT	
GSV азимут №11	INT	
GSV отношение сигнал/шум №11	INT	
GSV идентификатор №12	INT	
GSV угол возвышения №12	INT	
GSV азимут №12	INT	
GSV отношение сигнал/шум №12	INT	
RMC флаг определения координат	BYTE	1– координаты определены 0–координаты не определены
GSA флаг auto fix	BYTE	1–автоматический переход между 3-х мерным и 2-ух мерным определением координат включён. 0–отключён
Регистр флагов	INT	Регистр флагов №2. Бит установленный в "1" соответствует значению "true". Список битовых масок: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 0x0001 (1 bit): система считает, что показания СНС неверны</li> <li>○ 0x0002 (1 bit): стоп детектор (признак остановки)</li> <li>○ 0x0004 (1 bit): флаг сообщения RMC, означающий что измерения правильные</li> <li>○ 0x0008 (1 bit): индикатор движения задним ходом</li> <li>○ 0x0100 (1 bit): Система находится в режиме навигации (Если флаг не установлен, значит система находится в режиме выставки)</li> </ul>
Тангаж	FLOAT	В градусах
Крен	FLOAT	В градусах
Курс системы	FLOAT	В градусах
Магнитный курс	FLOAT	В градусах
Широта системы	FLOAT	В градусах, до десятичной точки
Долгота системы	FLOAT	В градусах, до десятичной точки
Скорость системы	FLOAT	м/с
Высота системы	FLOAT	Метр
Версия ПО	FLOAT	
Скорость подъёма	FLOAT	м/с
Барометрическая высота	FLOAT	В метрах

<i>Поле</i>	<i>Тип данных</i>	<i>Комментарий</i>
Широта системы	FLOAT	В градусах, после десятичной точки. Т.о. для получения широты необходимо сложить это поле с полем «Широта системы до десятичной точки»
Долгота системы	FLOAT	В градусах, после десятичной точки. Т.о. для получения долготы необходимо сложить это поле с полем «Долгота системы до десятичной точки»
Время работы системы после выставки	LONG	Единица равна одной десятой секунды. Что бы получить время в секундах необходимо поделить выводимое число на 10. Во время выставки это число меньше нуля, после – больше нуля.
Контрольная сумма (хэш)	INT	Xor16

Таблица 9. Дополнительный пакет №1

<i>Поле</i>	<i>Тип данных</i>	<i>Комментарий</i>
Заголовок	INT	Постоянное значение, равное 0xADD1. сначала 0xD1, потом 0xAD
Угловая скорость вокруг оси X	FLOAT	Градусы в секунду ( <sup>0</sup> /с)
Угловая скорость вокруг оси Y	FLOAT	Градусы в секунду ( <sup>0</sup> /с)
Угловая скорость вокруг оси Z	FLOAT	Градусы в секунду ( <sup>0</sup> /с)
Кажущееся ускорение вдоль оси X	FLOAT	Метр в секунду в квадрате (м / с <sup>2</sup> )
Кажущееся ускорение вдоль оси Y	FLOAT	Метр в секунду в квадрате (м / с <sup>2</sup> )
Кажущееся ускорение вдоль оси Z	FLOAT	Метр в секунду в квадрате (м / с <sup>2</sup> )
Контрольная сумма (хэш)	INT	Xor16

Все данные (int,float,long) передаются пользователю в формате, совместимом с ПК на базе x86 процессора, поля данных в байтовом потоке передаются в таком же порядке, что и хранятся в памяти ПК<sup>2</sup>, т.е. сначала идут младшие байты, затем старшие.

Типы данных, приведённые в таблице, соответствуют следующим, часто используемым типам:

<sup>2</sup> В байтовом представлении адресуемой памяти

Таблица 10.

<i>B таблице</i>	<i>B Borland C++ v5</i>	<i>B Borland C++ Builder5</i>	<i>B Borland Delphi 4...</i>	<i>B Borland Turbo Pascal7</i>	<i>Размер в бумax</i>
BYTE	Unsigned char	Unsigned char	Byte	Byte	8
INT	Short Int	Short Int	Smallint	Integer	16
LONG	Long int	Long int	Longint	Longint	32
FLOAT	Float	Float	Single	Single	32

Структура 10Гц основного пакета на языке «C»:

```
typedef struct
{
    float UTC;
    float LAT;
    float LAT2;
    float LNG;
    float LNG2;
    float SPEED;
    float COURSE;
    long int DATE;
    float DECLIN;
} RMC;

typedef struct
{
    float UTC;
    float LAT,LAT2,LNG,LNG2;
    short int QUAL,SNUM;
    float HDOP;
    short int HEIGHT,HDIFF;
} GGA;

typedef struct
{
    short int CALCMOD;
    short int ID[12];
    float PDOP,HDOP,VDOP;
} GSA;

typedef struct
{
    short int ID,ELEV,AZIM,SN;
} INF;

typedef struct
{
    short int VIEW;
    INF AINF[12];
} GSV;

typedef struct TParamet
{
    unsigned short int Header; //0xFACE
    long int Index;
    short int Flag1;
    long int RawData[19];
    short int Reserved1;
    short int GNSSPacketID;
    long Reserved2;

    RMC RMCR;
```

---

```

GGA GGAR;
GSA GSAR;
GSV GSVR;

unsigned char VALID_RMC, AUTO_GSA;
unsigned short Flag2;

float Pitch;
float Roll;
float Heading;
float MagHeading;
float LAT;
float LNG;
float SPEED;
float Hout;
float firm_version;
float V_up;
float Hbar;
float LAT2;
float LNG2;
long int NavTime;
};

typedef union
{
    TParamet Param;
    unsigned short int Data[sizeof(TParamet)/2];
    unsigned char DataB[sizeof(TParamet)];
} TBody;

typedef struct
{
    TBody Body;
    unsigned short int CheckSum; //16bit XOR
} TPacket2;

```

Структура 10Гц дополнительного пакета на языке «C»

```

typedef struct
{
    unsigned short int Head; //0xD1AD
    float wx, wy, wz,
          fx, fy, fz;
    unsigned short int CheckSum; //16bit XOR
} TINSGPS10AddFrame;

```

Структура 10 Гц пакета на языке «Pascal»:

```

TRMC = packed record
    UTC,
    LAT, LAT2,
    LNG, LNG2,
    SPEED,
    COURSE : single;
    DATE : longint;
    DECLIN : single;
end;
TGGA = packed record
    UTC,
    LAT, LAT2,
    LNG, LNG2 : single;
    QUAL, SNUM : smallint;

```

---

```

    HDOP : single;
    HEIGHT, HDIFF : smallint;
end;
TGSA = packed record
    CALCMOD : smallint;
    ID : array[0..11] of smallint;
    PDOP, HDOP, VDOP : single;
end;
TINF = packed record
    ID, ELEV, AZIM, SN : smallint;
end;
TGSV = packed record
    VIEW : smallint;
    AINF : array[0..11] of TINF;
end;

TINSGPS10Frame = packed record
    Head : word;
    Index : longint;
    Flag1 : smallint;
    raw : array [0..18] of longint;
    reserved1: word;
    GNSSPacketID: integer;
    reserved2: integer;

    RMCR : TRMC;
    GGAR : TGGA;
    GSAR : TGSA;
    GSVR : TGSV;
    VALID_RMC, AUTO_GSA : byte;

    Flag2 : smallint;
    Pitch, Roll, Heading,
    MagHeading : single;
    LAT, LNG,
    Speed,
    Height : single;
    FirmVersion: float;
    Vup, BaroHeight, LAT2, LNG2: single;
    NavTime : longint;
    checksum : word;
end;

```

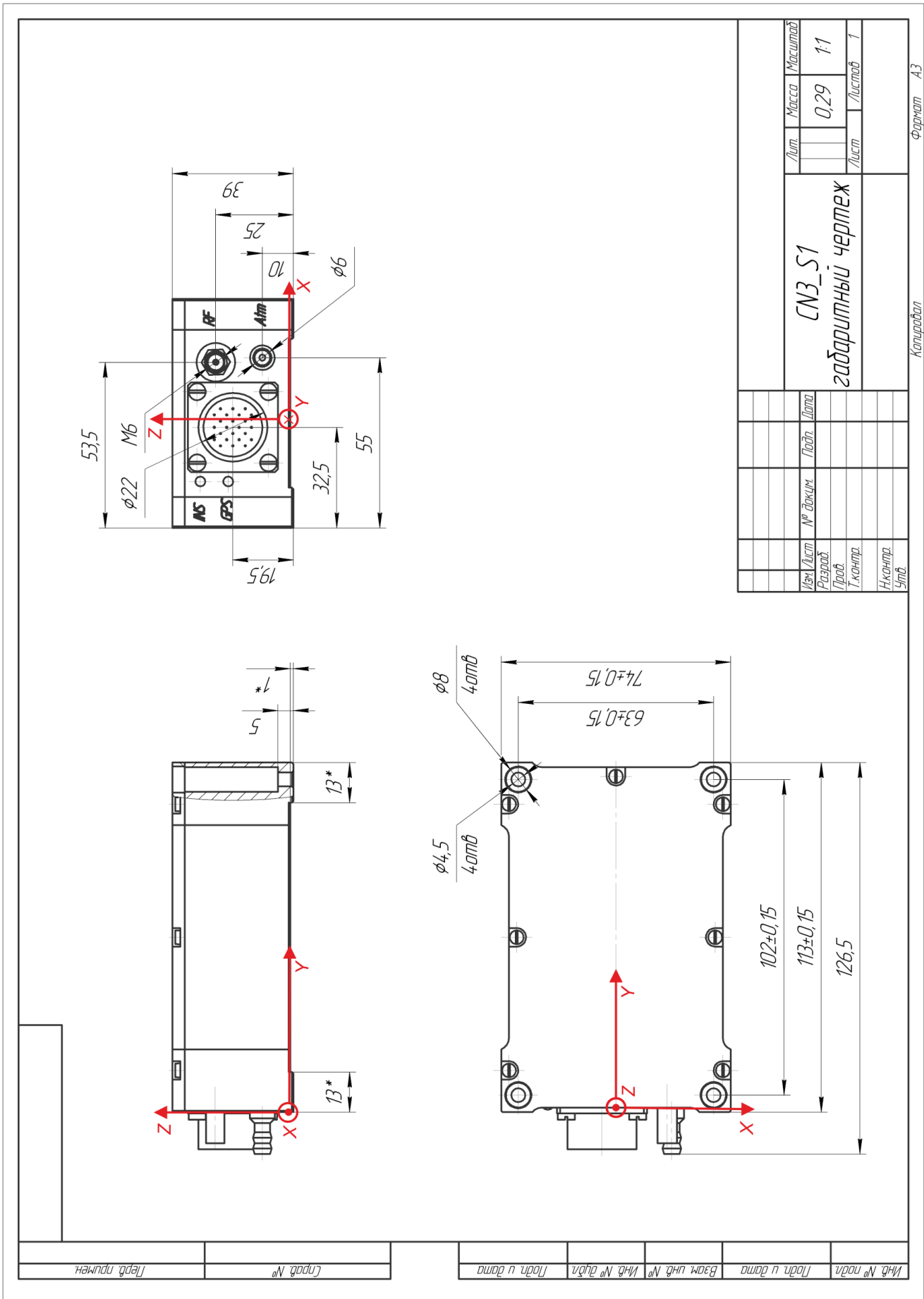
Структура 10Гц дополнительного пакета на языке «Pascal»:

```

TINSGPS10AddFrame = packed record
    Head : word; // $D1AD
    wx, wy, wz,
    fx, fy, fz : single;
    checksum : word;
end;

```

# Приложение 1. Габаритный чертеж





## Приложение 2. Схема коммутационного кабеля

