



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

e-mail: contact@teknol.ru
<http://www.teknol.ru>

КомпаНав-3

Малогабаритная интегрированная
инерциально-спутниковая
навигационная система



Описание системы

2015

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.

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	30 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	± 250 °/с
Ускорение	$\pm 5g$
Тангаж	$\pm 90^\circ$
Крен	$\pm 180^\circ$
Курс	$0..360^\circ$
Высота (максимальная калиброванная)	6000 м

3. Точностные характеристики¹

Таблица 4. Точностные характеристики*

	Интегрированный режим ИНС/СНС	Без коррекции от СНС
Углы ориентации (крен, тангаж)		
прямолинейное движение	0,3°	0,5°
маневрирование	0,5°	1°
Курс (путевой угол)		
динамическая точность	0,3°	3° (5 мин)
Путевая скорость	0,3 м/с	5 м/с (5 мин)
Вертикальная скорость	0,25 м/с	0,5 м/с
Горизонтальные координаты	6 м	500 м (5 мин)
Высота	10 м	15 м

* все величины в таблице соответствуют 1σ

¹ 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.

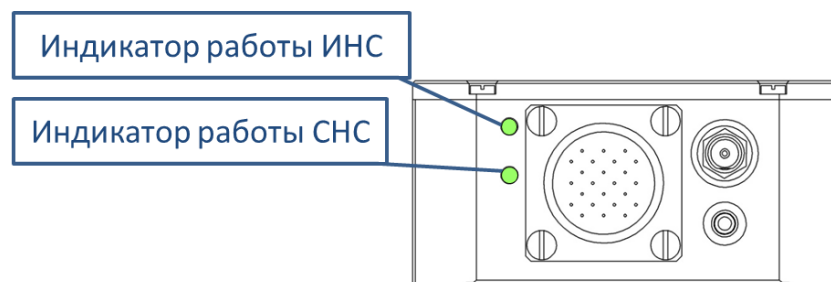


Рис.2. Индикаторы на передней панели

Таблица 5. Индикатор режима ИНС

Цвет индикатора	Режим
Не горит	Отсутствует питание
Красный	Выставка
Зелёный	Навигация

Таблица 6. Индикатор режима СНС

Цвет индикатора	Режим
Не горит	Не подключён приёмник СНС
Красный	Приём NMEA информации с приёмника СНС есть, но точность измерения недостаточна
Красный мигающий	Информация с приёмника СНС не распознана (возможно, неправильно установлена скорость или не NMEA протокол)
Зелёный	Приём информации NMEA с приёмника есть, точность измерений достаточная (нормальный режим работы)
Зелёный мигающий	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

Выдача бинарных данных осуществляется с частотой 50 Гц пакетами постоянной длины (см. описание выходного пакета). Используемый разъём типа DB9F имеет стандартную разводку для подключения к последовательному порту персонального компьютера.

5.1. Настройки порта

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

5.2. Описание протокола обмена

Данные передаются пакетами байтов. Структура пакета данных:

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

Заголовок каждого пакета состоит из 16 бит и уникален для каждого типа пакета. Контрольная сумма вычисляется применением бинарной операции XOR на весь пакет, представленный в виде массива 16 битных величин, кроме самой контрольной суммы. 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 ПК², т.е. сначала идут младшие байты, затем старшие.

Пакеты передаются пользователю без запроса и содержат:

- а) информацию приёмника СНС;
- б) комплексированную информацию;
- в) параметры движения объекта.

5.2.1. Информация приемника СНС

Информация приёмника СНС содержит данные, принятые навигационной системой и переданные бинарными значениями в соответствующем формате (см. таблицы 9-18). Прибор принимает данные СНС в стандартном формате NMEA (посылки GGA, RMC, GSA, GSV, все с частотой 1 Гц) и выдает следующие основные данные спутниковой навигационной системы:

- путевой угол СНС;
- путевая скорость СНС;
- широта, долгота СНС (WGS 84);
- высота СНС;
- UTC³ время;
- количество спутников;

² В байтовом представлении адресуемой памяти

³ UTC – Universal Time Coordinated всемирное координированное время

- оценки точности GPS (PDOP, HDOP, VDOP)

5.2.2. Комплексируемая информация

Комплексируемая информация является результатом совместной обработки данных инерциальных датчиков и информации спутниковой навигационной системы, выдаётся с частотой 50 Гц:

- угол крена;
- путевой угол (курс);
- угол тангажа;
- горизонтальная скорость;
- вертикальная скорость;
- широта, долгота;
- высота;
- барометрическая высота;
- время работы блока в режиме навигации;
- время работы блока с момента включения.

5.2.3. Параметры движения объекта

Параметры углового и линейного движения объекта являются результатом пересчета «сырых» данных инерциальных датчиков в связанной системе координат:

- угловые скорости в связанной системе координат
- кажущиеся ускорения в связанной системе координат;

Пакет №0 отправляется потребителю навигационной информации с частотой 50 Гц. Пакеты №1–№12 отправляются между пакетами №0 по мере поступления навигационной информации от приёмника СНС, т.е. с частотой 1 Гц.

Таблица 5. Пакет №0

Номер поля	Тип	Значение																					
1	unsigned short int	0xFACE – заголовок данного пакета																					
2	short int	<p>Флаги состояния. Значения флагов по маске:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>маска</th> <th>“1”</th> <th>“0”</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0x0001 (1 bit)</td> <td>GPSGap (GPS выдаёт ошибочные координаты)</td> <td>GPS FixPos(GPS выдаёт координаты с достаточной точностью)</td> </tr> <tr> <td>0x0002 (1 bit)</td> <td>Stop (детектор движения определил остановку)</td> <td>Move</td> </tr> <tr> <td>0x0004 (1 bit)</td> <td>RMC_Valid(код режима приёмника GPS из RMC пакета)</td> <td>RMC_Invalid(код режима приёмника GPS из RMC пакета)</td> </tr> <tr> <td>0x0030 (2 bits)</td> <td colspan="2">GGA qual value (код режима приёмника GPS из GGA пакета)</td> </tr> <tr> <td>0x0100 (1 bit)</td> <td>Nav (блок в режиме навигации)</td> <td>Align(блок в режиме выставки (не двигать))</td> </tr> <tr> <td>0x3000 (2 bits)</td> <td colspan="2">GSA CALCMODE (код режима приёмника GPS из GSA пакета)</td> </tr> </tbody> </table>	маска	“1”	“0”	0x0001 (1 bit)	GPSGap (GPS выдаёт ошибочные координаты)	GPS FixPos(GPS выдаёт координаты с достаточной точностью)	0x0002 (1 bit)	Stop (детектор движения определил остановку)	Move	0x0004 (1 bit)	RMC_Valid(код режима приёмника GPS из RMC пакета)	RMC_Invalid(код режима приёмника GPS из RMC пакета)	0x0030 (2 bits)	GGA qual value (код режима приёмника GPS из GGA пакета)		0x0100 (1 bit)	Nav (блок в режиме навигации)	Align(блок в режиме выставки (не двигать))	0x3000 (2 bits)	GSA CALCMODE (код режима приёмника GPS из GSA пакета)	
маска	“1”	“0”																					
0x0001 (1 bit)	GPSGap (GPS выдаёт ошибочные координаты)	GPS FixPos(GPS выдаёт координаты с достаточной точностью)																					
0x0002 (1 bit)	Stop (детектор движения определил остановку)	Move																					
0x0004 (1 bit)	RMC_Valid(код режима приёмника GPS из RMC пакета)	RMC_Invalid(код режима приёмника GPS из RMC пакета)																					
0x0030 (2 bits)	GGA qual value (код режима приёмника GPS из GGA пакета)																						
0x0100 (1 bit)	Nav (блок в режиме навигации)	Align(блок в режиме выставки (не двигать))																					
0x3000 (2 bits)	GSA CALCMODE (код режима приёмника GPS из GSA пакета)																						
3	long int	Индекс циклов работы блока после включения (50 единиц в секунде)																					

ООО «Текнол»

4	long int[16]	Зарезервировано
5	float	Курс комплексированный (градусы) (от 0 до 360)
6	float	Зарезервировано
7	float	Зарезервировано
8	float	Зарезервировано
9	float	Давление (Па)
10	float	Тангаж (градусы) (от -90 до 90)
11	float	Крен (градусы) (от -180 до 180)
12	float	Путевой угол (градусы) (от 0 до 360)
13	float	Зарезервировано
14	float	Широта до десятичной точки (градусы)
15	float	Широта после десятичной точки (градусы)
16	float	Долгота до десятичной точки (градусы)
17	float	Долгота после десятичной точки (градусы)
18	float	Скорость (м/с)
19	float	Высота (м)
20	float	Число g (1 ед = 9.81 м/с ²)
21	float	Скорость подъёма (м/с)
22	float	Барометрическая высота (м)
23	long int	Индекс циклов работы блока после начала навигации
24	float	Кажущееся ускорение по оси X связной СК (м/с ²)
25	float	Кажущееся ускорение по оси Y связной СК (м/с ²)
26	float	Кажущееся ускорение по оси Z связной СК (м/с ²)
27	float	Угловая скорость вокруг оси X связной СК(град/с)
28	float	Угловая скорость вокруг оси Y связной СК(град/с)
29	float	Угловая скорость вокруг оси Z связной СК(град/с)
30	float	Проекция скорости на восточную ось (X) (м/с)
31	float	Проекция скорости на северную ось (Y) (м/с)
32	unsigned short int	Контрольная сумма (XOR 16 бит)

Таблица 6. Пакет №1⁴

Номер поля	Тип	Значение
1	unsigned short int	0xA511 – заголовок данного пакета
2	float	Широта RMC до десятичной точки (градусы)
3	float	Широта RMC после десятичной точки (градусы)
4	float	Долгота RMC до десятичной точки (градусы)
5	float	Долгота RMC после десятичной точки (градусы)
6	float	Скорость RMC (м/с)
7	float	Путевой угол RMC (направление скорости)
8	short int	GSA PDOP (умноженный на 100)
9	short int	GSA HDOP (x 100)
10	short int	GSA VDOP (x 100)
11	short int	Флаги состояния (те же, что в поле 2 пакета №0)
12	unsigned short int	Контрольная сумма (XOR 16 бит)

⁴ RMC, GSA, GGA – это NMEA посылки CHC

Таблица 7. Пакет №2

Номер поля	Тип	Значение
1	unsigned short int	0xA522 – заголовок данного пакета
2	float	Широта GGA до десятичной точки (градусы)
3	float	Широта GGA после десятичной точки (градусы)
4	float	Долгота GGA до десятичной точки (градусы)
5	float	Долгота GGA после десятичной точки (градусы)
6	float	GGA HDOP
7	float	Высота GGA (м)
8	float	GGA UTC время в секундах
9	long int	RMC Дата в целочисленном формате, составленном из цифр текущей даты: ддммгг
10	unsigned short int	Контрольная сумма (XOR 16 бит)

Таблица 8. Пакет №3

Номер поля	Тип	Значение
1	unsigned short int	0xA533 – заголовок данного пакета
2	float	RMC UTC время в секундах
3	float	RMC магнитное склонение
4	short int	Массив идентификаторов спутников ID[12] из протокола GSA
5	unsigned short int	Контрольная сумма (XOR 16 бит)

Таблица 9. Пакет №4

Номер поля	Тип	Значение
1	unsigned short int	0xA544 – заголовок данного пакета
2	short int	Кол-во спутников GGA
3	short int	GGA HDIFF – разница высот между геоидом и эллипсоидом WGS84
4	short int	Кол-во обозреваемых NAVSTAR спутников GSV
5	short int	Массив идентификаторов спутников ID[12] GSV
6	short int	Режим работы блока 0 – Вертолётный режим 1 – Поверочный режим 2 – Авиационный режим
7	unsigned short int	Контрольная сумма (XOR 16 бит)

Таблица 10. Пакет №5

Номер поля	Тип	Значение
1	unsigned short int	0xA555 – заголовок данного пакета
2	short int	Массив ELEV[12] углов возвышения спутников GSV (градусы)
3	short int	Массив z[4], зарезервировано
4	unsigned short int	Контрольная сумма (XOR 16 бит)

Таблица 11. Пакет №6

Номер поля	Тип	Значение
1	unsigned short int	0xA566 – заголовок данного пакета
2	short int	Массив AZIM[12] азимутов спутников GSV (градусы)
3	short int	Массив z[4], зарезервировано
4	unsigned short int	Контрольная сумма (XOR 16 бит)

Таблица 12. Пакет №7

Номер поля	Тип	Значение
1	unsigned short int	0xA577 – заголовок данного пакета
2	short int	Массив SN[12] отношений сигнал/шум GSV (dB Hz)
3	short int	Массив z[4], зарезервировано
4	unsigned short int	Контрольная сумма (XOR 16 бит)

Таблица 13. Пакет №8

Номер поля	Тип	Значение
1	unsigned short int	0xA588 – заголовок данного пакета
2	float	RMC UTC время в секундах
3	float	RMC магнитное склонение
4	short int	Массив идентификаторов спутников ID[12] из протокола GSA
5	unsigned short int	Контрольная сумма (XOR 16 бит)

Таблица 14. Пакет №9

Номер поля	Тип	Значение
1	unsigned short int	0xA599 – заголовок данного пакета
2	short int	Кол-во спутников GGA
3	short int	GGA HDIFF – разница высот между геоидом и эллипсоидом WGS84
4	short int	Кол-во обозреваемых ГЛОНАСС спутников GSV
5	short int	Массив идентификаторов спутников ID[12] GSV
6	short int	Режим работы блока 0 – Вертолётный режим 1 – Поверочный режим 2 – Авиационный режим
7	unsigned short int	Контрольная сумма (XOR 16 бит)

Таблица 15. Пакет №10

Номер поля	Тип	Значение
1	unsigned short int	0xA5AA – заголовок данного пакета
2	short int	Массив ELEV[12] углов возвышения спутников GSV (градусы)
3	short int	Массив z[4], зарезервировано

4	unsigned short int	Контрольная сумма (XOR 16 бит)
---	-----------------------	--------------------------------

Таблица 16. Пакет №11

Номер поля	Тип	Значение
1	unsigned short int	0xA5BB – заголовок данного пакета
2	short int	Массив AZIM[12] азимутов спутников GSV (градусы)
3	short int	Массив z[4], зарезервировано
4	unsigned short int	Контрольная сумма (XOR 16 бит)

Таблица 17. Пакет №12

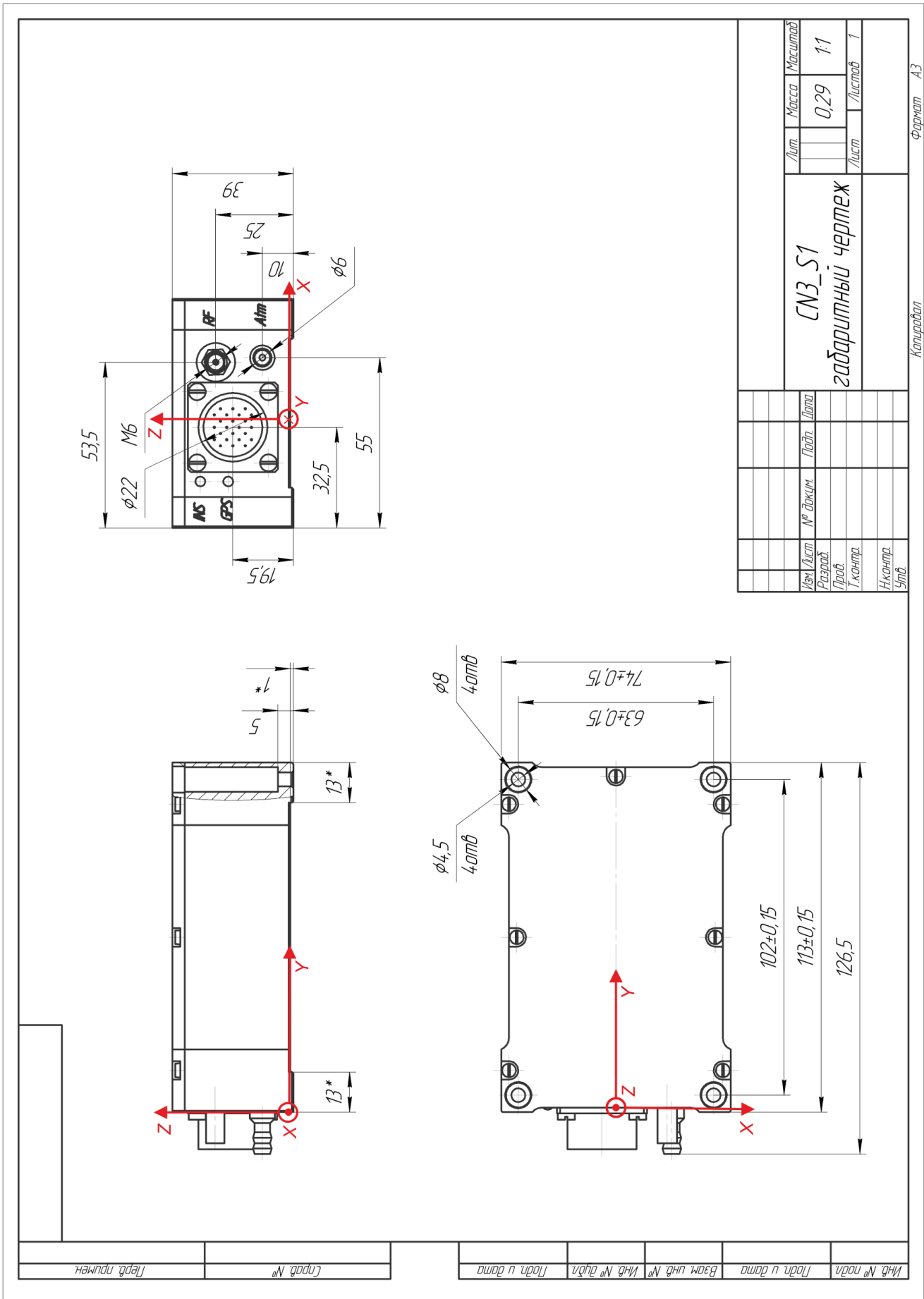
Номер поля	Тип	Значение
1	unsigned short int	0xA5CC – заголовок данного пакета
2	short int	Массив SN[12] отношений сигнал/шум GSV (dB Hz)
3	short int	Массив z[4], зарезервировано
4	unsigned short int	Контрольная сумма (XOR 16 бит)

Типы данных, приведённые выше, соответствуют следующим стандартным типам:

Таблица 18. Соответствие стандартным типам

	Borland C++ v5	Borland C++ Builder5	Borland Delphi 4...	Borland Turbo Pascal7	Количество бит
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

Приложение 1. Габаритный чертеж



Приложение 2. Схема коммутационного кабеля

№ контр	Соединение	№ контр	Примечание
MS3116FF19S	-	DB9-F	Общий
N	-	5	RS232_Rx CN3 (вход)
P	-	3	RS232_Tx CN3 (выход)
V	-	2	TS-1R
A	-	1	Плюс питания
B	-	TS-1B	Минус питания
F	-	1	
G	-		

№	Обозначение	Кол.	Примечание
1	MS3116FF14-19S	1	Кабельная розетка
2	DB9-F	1	Кабельная розетка
3	TS-1R	1	Красный (плюс питания)
4	TS-1B	1	Черный (минус питания)
5	Винт	2	
6	Кабель в черном чулке	1	Длина 4м
7	Кабель в черном чулке	1	Длина 4м

Изд. № разл.	Подп. и дата	Взр. чл.д. №	Изд. № разл.	Изд. № разл.	Подп. и дата

Схема кабеля коммутационного		Лит.	Масса	Масштаб
		Лист	Листов	1

Лист № разл. / Подп. и дата

Копировал / Формат А3