

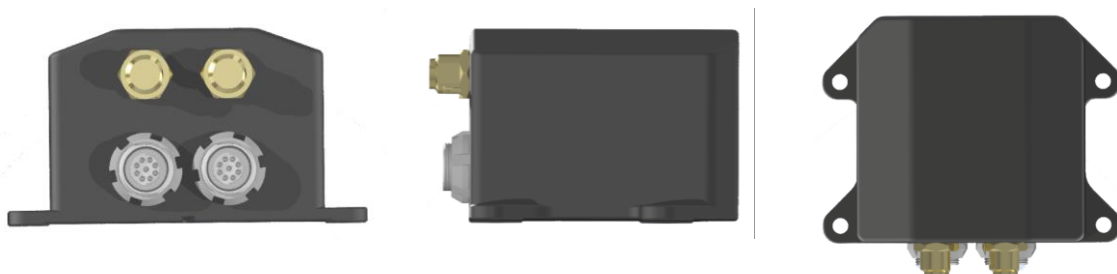
# SSI-NS207

Миниатюрный инерциальный навигационный модуль



### КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ

- Точность позиционирования 1 см (СЕР)
- Потеря точности позиционирования спутника 0,4 м (10 с)
- Точность угла курса 0.15 градусов
- Точность определения угла крена и тангажа 0.1 градус
- Двухдиапазонный RTK
- Калибровка полного температурного диапазона



## 1. Описание

Система навигации SSI-NS207 серии RTK комбинирует инерциальные измерения и GNSS приемник с двумя частотами на основе промышленных MEMS гироскопов, акселерометров. Встроенный алгоритм многопланового слияния датчиков и калибровка при различных температурах обеспечивают стабильную непрерывную информацию о местоположении, направлении, скорости и ориентации, обеспечивая отличные показатели позиционирования, ориентации и измерения ориентации системы в сложных окружениях (подвесные дороги, парковки, тоннели, городские дороги, порты, заслонение деревьями и т. д.). Серия SSI-NS207 включает две модели - SSI-NS207A и SSI-NS207B. Модель SSI-NS207B поддерживает подключение двух антенн, тогда как модель SSI-NS207A поддерживает только подключение одной антенны.

Серия SSI-NS207 поддерживает подключение к RTK дифференциальному сигналу для достижения высокой точности позиционирования на уровне сантиметров. Модель SSI-NS207B обеспечивает точность ориентации в размере  $0.15^\circ$  благодаря двум антеннам. С помощью алгоритмов комбинированной навигации и слияния, достигается позиционирование с точностью не хуже 0.4 м при потере сигнала спутников в течение 10 секунд, а также точность крена и тангажа на уровне  $0.1^\circ$ . Это обеспечивает автономное движение, управление и навигацию для приложений, таких как подвижные роботы, беспилотные летательные аппараты/автомобили, мобильные геодезические измерения, беспилотные корабли и другие.

Серия SSI-NS207 имеет компактный размер и защиту соответствующую классу IP68, а также поддерживает вывод протоколов RS232, RS422, RS485, CAN, что облегчает интеграцию и применение пользователем.

В этой серии продуктов есть две модели: SSI-NS207A система комбинированной навигации с RTK и SSI-NS207B система комбинированной навигации с двумя антеннами и RTK. Основное отличие заключается в том, что модель SSI-NS207B поддерживает подключение двух антенн для ориентации носителя, в то время как модель SSI-NS207A поддерживает только одну антенну.

## 2. Области применения

- Робототехника
- Автотранспортная навигация
- Беспилотные автомобили
- Беспилотные суда
- БПЛА

**3. Основные параметры модели**

Таблица 1. Параметры ГНСС в общем режиме.

Время потери блокировки	Режим позиционирования	Точность (СКВ) м		Точность определения скорости (СКВ) м/с		Точность определения ориентации ° (СКВ)
		Гориз.	Верт.	Гориз.	Верт.	
0 с	RTK	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
	Одна точка	1.5	1.8	0.05	0.05	0.1
10 с	RTK	2.0	2.0	0.2	0.2	0.1
	Одна точка	3.5	4.0	0.4	0.4	0.2

Таблица 2. Параметры ГНСС в бортовом режиме.

Время потери блокировки	Режим позиционирования	Точность (СКВ) м		Точность определения скорости (СКВ) м/с		Точность определения ориентации ° (СКВ)
		Гориз.	Верт.	Гориз.	Верт.	
0 с	RTK	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
	Одна точка	1.5	1.8	0.05	0.05	0.1
10 с	RTK	2.0	2.0	0.2	0.2	0.1
	Одна точка	3.5	4.0	0.4	0.4	0.2
60 с	RTK	8.0	6.0	0.2	0.2	0.2
	Одна точка	10.0	8.0	0.3	0.3	0.2

Таблица 3. Параметры гироскопа

Параметр	Значение	Ед. Измерения	Примечание
Диапазон измерения	±450	°/с	
Нестабильность смещения	3	°/ч	По вариации Аллана @25°C
Шум	0.014	°/с/√Гц	
Температурный дрейф нуля	±1	°/с	
Полоса пропускания	80	Гц	

Таблица 4. Параметры акселерометра

Параметр	Значение	Ед. Измерения	Примечание
Диапазон измерения	±6	g	
Нестабильность смещения	10	мкг	По вариации Аллана @25°C
Шум	40	мкг/√Гц	
Температурный дрейф нуля	±20	мг	
Полоса пропускания	70	Гц	

Таблица 5. Характеристики ГНСС

Параметр	Значение	Примечание
Диапазон частот	Двухдиапазонный (L1/L2)	BDS B1I / B2I GPS L1C/A / L2C ГЛОНАСС L1OF / L2OF Galileo E1-B/C / E5b
Время выставки	Холодный старт	< 30 с
	Горячий старт	< 2 с
Точность позиционирования	Одна точка: 1.5 м	СЕР, 50% Количество спутников превышает 8, круглосуточное статическое позиционирование, уровень сигнала всех спутников не менее -130 дБм.
	RTK: 1 см+1ppm	

Таблица 6. Общие параметры

Параметр	Значение	Примечание
Напряжение питания	5-12 В	
Выходная частота	200 Гц	
Потребляемая мощность	1280 мВт	SSI-NS207A @5B
	2100 мВт	SSI-NS207B @5B
Интерфейс	RS232, RS422, RS485, CAN	Выходной интерфейс системы Интерфейс доступа RTK
	RS232	
Габаритные размеры	59x45x32 мм	
Вес	78 г	SSI-NS207A
	82.5 г	SSI-NS207B

Таблица 7. Параметры среды

Параметр	Значение	Примечание
Диапазон рабочих температур	-40~85°C	
Защита от влаги и пыли	IP68	
Вибрации	10-2000 Гц 5g	IEC 60068-2-6
ESD	4 кВ	EN 55035 EN 61000-4-2

## 4. Описание алгоритма и функций

### 4.1 Алгоритм работы

Алгоритм многопланового слияния датчиков основан на расширенном фильтре Калмана и объединяет данные трехосевого гироскопа, трехосевого акселерометра, RTK позиционирования и данных ориентации от двух антенн. Он предоставляет высокочастотную, стабильную и непрерывную информацию о местоположении, направлении, скорости и ориентации. Алгоритм включает устойчивое адаптивное комбинирование фильтрации, реальное оценивание динамических ошибок БЧЭ и стабилизацию автономной навигации, что позволяет обеспечить высокую точность позиции, скорости и ориентации подвижных объектов на основе местной географической системы координат.

### 4.2 Калибровка датчика

Калибровка внутренних датчиков важна для обеспечения надежной работы продукта. Каждый продукт проходит отдельный процесс калибровки и тестирования, чтобы соответствовать различным сценариям движения и обеспечить единообразие продукта.

Каждый продукт проходит отдельный процесс калибровки и тестирования. Упрощенная модель гироскопа и акселерометра представлена следующим образом:

$$u = H \cdot \gamma + b$$

где  $u$  - откалиброванное измерение гироскопа и акселерометра (в градусах/секунду, метрах/секунду квадратных),

$\gamma$  - исходное значение гироскопа и акселерометра,

$H$  - матрица компенсации комбинированной ошибки датчика,

$b$  - смещение датчика.

Процесс калибровки продукта включает в себя коррекцию параметров масштаба датчика, взаимную неортогональность осей датчика и ошибку непосредственной связи между датчиком и платой PCB. Все параметры калибровки заранее установлены и записаны во встроенный алгоритм платы.

### 4.3 Описание режима позиционирования

Таблица 8.

Режим позиционирования	Описание
Общий режим	Применимо для приложений позиционирования и измерения ориентации, таких как беспилотники и летательные аппараты, слияние данных спутниковой навигации, таких как GPS и Beidou, обеспечивает высокочастотный, стабильный и непрерывный вывод местоположения, скорости и ориентации.
Автоматический	Применимо для приложений, связанных с измерением ориентации, ориентацией и позиционированием на земле, с учетом особенностей движения транспортных средств, обеспечивается улучшение точности позиционирования и ориентации с помощью соответствующих ограничений на движение транспортного средства при комбинированной навигации.

## 5. Описание интерфейса

### 5.1 Обзор

Серия SSI-NS207 включает основной интерфейс, вспомогательный интерфейс и интерфейс антенны. Основной интерфейс используется для питания и связи RS232, вспомогательный интерфейс используется для связи RS422, RS485, CAN и синхронизации, а интерфейс антенны используется для подключения внешней антенны к встроенному двухчастотному GNSS приемнику.

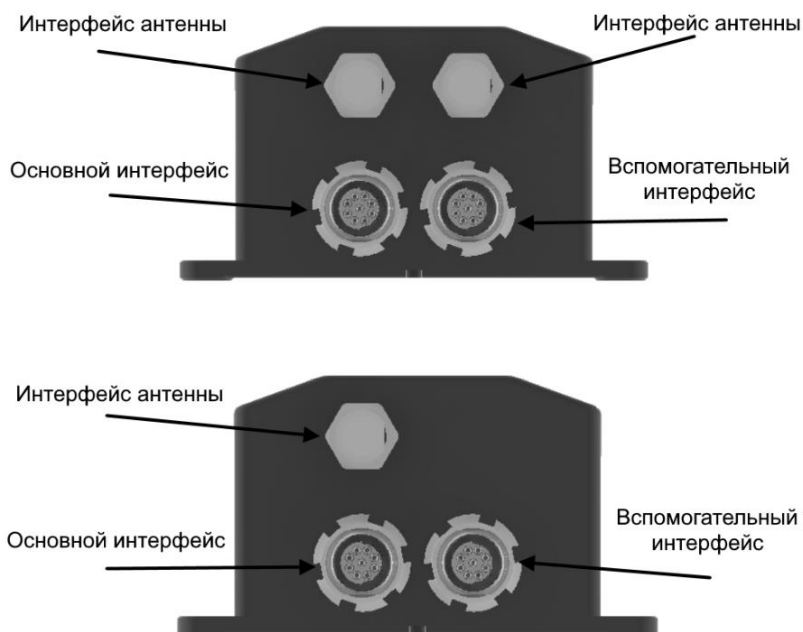


Рисунок 1. Описание интерфейсов модуля (SSI-NS207B сверху, SSI-NS207A снизу)

### 5.2 Описание разъемов

#### 5.2.1 Основной интерфейс

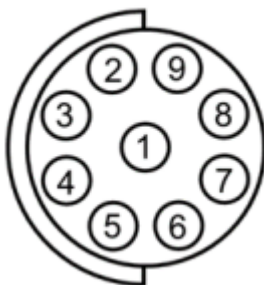


Рисунок 2. Конфигурация основного интерфейса

Таблица 9. Описание контактов основного интерфейса

Номер контакта	Обозначение	Описание
1	GND	Земля
2	RS232-TXD1	Выход RS232
3	RS232-RXD1	Вход RS232
4	VIN	Напряжение питания
5	RST	Сброс
6	SYNC IN	Канал синхронизации вход
7	SYNC OUT	Канал синхронизации выход
8	RS232-RTK-TXD	Выходной контакт RTK (RS232)
9	RS232-RTK-RXD	Вход RTK (RS232)

### 5.2.2 Дополнительный интерфейс

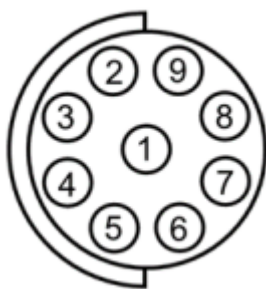


Рисунок 3. Конфигурация дополнительного интерфейса

Таблица 10. Описание контактов вспомогательного интерфейса

Номер контакта	Обозначение	Описание
1	GND	Земля
2	RS485-A/RS422-RXD+	RS485-A - контакт для приема данных при использовании RS485 протокола связи. RS422 - контакт для приема данных при использовании RS422 протокола связи.
3	RS485-B/RS422-RXD-	RS485-B - контакт для передачи данных при использовании RS485 протокола связи. RS422 - контакт для передачи данных при использовании RS422 протокола связи.
4	CAN-H	Модуль CAN, входная и выходная клемма высокого напряжения, CAN-H.
5	CAN-L	Модуль CAN входной вход низкого напряжения, CAN-L
6	RS232-TXD2	Выходной вывод сигнала синхронизации, уровень RS232
7	RS232-RXD2	Входной контакт сигнала синхронизации, уровень RS232
8	RS422-TXD+	положительный выходной пин для передачи данных при использовании RS422 протокола связи.
9	RS422-TXD-	отрицательный выходной пин для передачи данных при использовании RS422 протокола связи.



### 5.2.3 Интерфейс антенны

Серия SSI-NS207 использует разъем IP68 SMA для подключения внешней GNSS антенны. Пожалуйста, обратите внимание, что для достижения наилучшей производительности антенна должна быть подключена и установлена перед включением устройства.



**Рисунок 4.** Интерфейс антенны

Для SSI-NS207 требуется использование активной внешней GNSS антенны. Требования к характеристикам указаны в следующей таблице.

*Таблица 11. Характеристики интерфейса антенны*

Параметр	Значение		
	Минимальное	Типичное	Максимальное
Рабочее напряжение	-	3.3 В	-
Рабочий ток	-	-	50 мА
Усиление антенны	17 дБ	-	50 дБ
Коэффициент шума	-	-	4 дБ
Режим поляризации	-	RHCP	-

SSI-NS207A поддерживает только установку с одной антенной. SSI-NS207B можно установить как с одной, так и с двумя антеннами. При установке с двумя антеннами возможно использование двойной ориентации. При установке с одной антенной необходимо подключить основную антенну для нормальной работы, использование аналогично SSI-NS207A.

### 5.3 RS232 (интерфейс связи RTK)

SSI-NS207 поддерживает входной сигнал RTK. Информация RTK передается через интерфейс RS232. Ниже приведены настройки RS232:

*Таблица 12. Настройки RS232*

Параметр	Значение
Скорость передачи данных	115200
Количество бит данных	8
Стоповый бит	1
Бит четности	-
Бит управления потоком	-

Электрические параметры RS232 следующие:

Таблица 13. Электрические параметры RS232

Параметр	Значение			
	Мин	Тип	Макс	Един.изм.
Вход, Напряжение	-30		30	В
RXD, Входной порог низкий	0.6	2.0		В
RXD, Входной порог высокий		2.1	2.4	В
RXD, вход гистерезис		0.1		В
RXD, вход сопротивления	3	5	7	кОм
TXD, Диапазон выходного напряжения	±5	±5.7		В
TXD, Выходное сопротивление	300			Ом

SSI-NS207 поддерживает прием RTK-информации, соответствующей протоколу RTCM3.x. Конкретное содержание включает:

- 1001 (Наблюдения GPS RTK только на уровне L1)
- 1002 (Расширенные наблюдаемые параметры GPS RTK только для L1)
- 1003 (Наблюдаемые параметры L1/L2 GPS RTK)
- 1004 (Расширенные наблюдаемые параметры L1/L2 GPS RTK)
- 1005 (Стационарная опорная станция RTK ARP)
- 1006 (Стационарная опорная станция RTK ARP с высотой антенны)
- 1007 (Дескриптор антенны)
- 1009 (Наблюдаемые параметры РТК ГЛОНАСС только L1)
- 1010 (Расширенные наблюдаемые параметры РТК ГЛОНАСС только для L1.)
- 1011 (Наблюдаемые параметры L1/L2 GNSS RTK ГЛОНАСС)
- 1012 (Расширенные наблюдаемые параметры L1/L2 GNSS RTK ГЛОНАСС )
- 1033 (Описание приемника антенны)
- 1074 (GPS MSM4)
- 1075 (GPS MSM5)
- 1077 (GPS MSM7)
- 1084 (ГЛОНАСС MSM4)
- 1085 (ГЛОНАСС MSM5)
- 1087 (ГЛОНАСС MSM7)
- 1094 (Galileo MSM4)
- 1095 (Galileo MSM5)
- 1097 (Galileo MSM7)
- 1124 (BeiDou MSM4)
- 1125 (BeiDou MSM5)
- 1127 (BeiDou MSM7)
- 1230 (Смещение фазового кода ГЛОНАСС)

#### 5.4 RS232 (интерфейс системной связи)

SSI-NS207 поддерживает RS232 коммуникацию. Интерфейс RS232 поддерживает следующие скорости передачи данных:

- 9600 бит/с
- 115200 бит/с
- 230400 бит/с
- 460800 бит/с (по умолчанию)
- 921600 бит/с

Полные параметры интерфейса RS232 следующие:

Таблица 14. Настройки RS232

Параметр	Значение
Количество бит данных	8
Стоповый бит	1
Бит четности	-

Таблица 15. Электрические параметры RS232

Параметр	Значение			
	Мин	Тип	Макс	Един.изм.
Приемник, диапазон входного напряжения	-30		+30	В
Приемник, низкий порог входного сигнала	0.6	2.0		В
Приемник, высокий порог входного сигнала		2.1	2.4	В
Приемник, гистерезис входного сигнала		0.1		В
Приемник, входное сопротивление	3	5	7	кОм
Передатчик, диапазон выходного напряжения	±5	±5.7		В
Передатчик, выходное сопротивление	300			Ом

### 5.5 RS232 (интерфейс синхронизации)

SSI-NS207 поддерживает вывод информации о времени в формате GPRMC. Интерфейс RS232 поддерживает следующую скорость передачи данных:

- 115200 бит/с (по умолчанию)

Полные параметры интерфейса RS232 следующие:

Таблица 16. Настройки RS232

Параметр	Значение
Количество бит данных	8
Стоповый бит	1
Бит четности	-

Электрические параметры RS232 следующие:

Таблица 17. Электрические параметры RS232

Параметр	Значение			
	Мин	Тип	Макс	Един.изм.
Приемник, диапазон входного напряжения	-30		+30	В
Приемник, низкий порог входного сигнала	0.6	2.0		В
Приемник, высокий порог входного сигнала		2.1	2.4	В
Приемник, гистерезис входного сигнала		0.1		В
Приемник, входное сопротивление	3	5	7	кОм
Передатчик, диапазон выходного напряжения	±5	±5.7		В
Передатчик, выходное сопротивление	300			Ом

### 5.6 CAN (интерфейс системной связи)

SSI-NS207 поддерживает CAN-коммуникацию. Интерфейс CAN соответствует стандарту ISO 11898-1:2015 (версии 2.0A и 2.0B протоколов CAN). Он поддерживает скорость передачи данных до 1 Мбит/с. По умолчанию, интерфейс CAN работает в режиме CAN 2.0A/B.

Интерфейс CAN поддерживает следующие стандартные скорости передачи данных по шине CAN:

- 10 кбит/с
- 20 кбит/с
- 50 кбит/с
- 100 кбит/с
- 125 кбит/с
- 250 кбит/с
- 500 кбит/с (по умолчанию)
- 1000 кбит/с

Полные параметры интерфейса CAN следующие:

Таблица 18. Параметры интерфейса CAN

Параметр	Условия	Значение			
		Мин	Тип	Макс	Един.изм.
Напряжение шины	Рецессивное	2.0		3.0	В
Напряжение выхода CANH	Доминантный	2.8		4.5	В
Напряжение выхода CANL	Доминантный	0.5		2.0	В
Входное сопротивление	Общий режим	5		25	кОм

### 5.7 RS485 (интерфейс системной связи)

SSI-NS207 поддерживает RS485 коммуникацию, используя стандарт TIA/EIA RS-485. Максимальная скорость передачи данных составляет 500 кбит/с, и в системе может быть подключено до 128 приемников/передатчиков.

Интерфейс RS485 поддерживает следующие скорости передачи данных:

- 9600 бит/с
- 115200 бит/с
- 230400 бит/с
- 460800 бит/с
- 921600 бит/с

Параметры интерфейса RS485 включают в себя следующее:

Таблица 19. Параметры интерфейса RS485

Параметр	Значение
Количество бит данных	8
Стоповый бит	1
Бит четности	-

Электрические параметры RS232 следующие:

Таблица 20. Электрические параметры RS232

	Параметр	Значение			
		Мин	Тип	Макс	Един.изм.
RS485 передатчик	Дифференциальное выходное напряжение	2.0			В
	Синфазное выходное напряжение			3.0	В
RS485 приемник	Входной дифференциальный порог	-200	-125	-30	мВ
	входной гистерезис		30		мВ
	Входное сопротивление линии	48			кОм

### 5.8 RS422 (интерфейс системной связи)

SSI-NS207 поддерживает RS422 связь. В SSI-NS207 RS422 использует стандарт TIA/EIA RS-422 с максимальной скоростью передачи данных до 500 кбит/с и допускает подключение до 128 приемопередатчиков к шине.

Интерфейс RS422 поддерживает следующие скорости передачи данных:

- 9600 бит/с
- 115200 бит/с
- 230400 бит/с
- 460800 бит/с (по умолчанию)
- 921600 бит/с

Параметры интерфейса RS485 включают в себя следующее:

Таблица 21. Параметры RS485

Параметр	Значение
Количество бит данных	8
Стоповый бит	1
Бит четности	-

Электрические параметры RS422 следующие:

Таблица 22. Электрические параметры RS422

	Параметр	Значение			
		Мин	Тип	Макс	Един.изм.
RS422 передатчик	Дифференциальное выходное напряжение	2.0			В
	Напряжение выхода в общем режиме			3.0	В
RS422 приемник	Входной дифференциальный порог	-200	-125	-30	мВ
	Входной гистерезис		30		мВ
	Входное сопротивление линии	48			кОм

### 5.9 Синхронизация

SSI-NS207 имеет функцию входа и выхода для синхронизации. Входная синхронизация работает в режиме StartSampling, а выходная синхронизация работает в режимах SyncOut или PPS.

#### 5.9.1 Входная синхронизация

Один из входных каналов может быть использован в качестве внешнего синхронного ввода или ввода маркера события для StartSampling. При срабатывании внешнего устройства и датчиков SSI-NS207 использует StartSampling. По умолчанию сэмплирование данных датчика и обработка производится с внутренним тактовым сигналом. После получения сигнала входной синхронизации SSI-NS207 начнет сэмплирование и обработку данных. Параметры входной синхронизации указаны ниже:

Таблица 23. Параметры входной синхронизации

Параметр	Значение			
	Мин	Тип	Макс	Един.изм.
Диапазон входного напряжения			4.0	В
Низкий порог входного сигнала			1.0	В
Высокий порог входного сигнала	2.3			В
Входное сопротивление	3	5	7	кОм
Входной ток			6	мА

### 5.9.2 Выходная синхронизация

Один из выходных каналов может быть использован в качестве выхода GNSS PPS для синхронизации.

Другой возможностью выходного канала является импульс PPS, который напрямую поступает из GNSS-приемника. Продолжительность импульса GNSS PPS составляет 20 мс, с точностью до 30 нс. Параметры выходной синхронизации указаны ниже:

Таблица 24. Выходная синхронизация

Параметр	Значение			
	Мин	Тип	Макс	Един.изм.
Ток			8	мА
Низкий порог входного сигнала			0.3	В
Высокий порог входного сигнала	2.0			В

## 6. Протокол связи

### 6.1 Протокол вывода

#### 6.1.1 Формат кадра протокола

Протокол частных выходных данных использует фиксированный формат, который включает пять частей: заголовок кадра, временную метку, длину данных, данные и контрольную сумму, как показано ниже:

Таблица 25. Формат кадра протокола связи

Заголовок	TID	Длина	Данные	КС1	КС2
DEC 89 83 HEX 59 53	2 байта сообщения TID	Длина сообщения (1 байт) без учета заголовка и TID	Размер сообщения зависит от длины слова	Два байта контрольной суммы	

Детальное описание формата полной кадровой структуры приведено ниже:

Таблица 26. Кадровая структура

Тип	Длина (байт)	Описание
Заголовок	2	Стартовый кадр для пакетов данных состоит из байтов 0x59, 0x53.
TID	2	Метка времени (timestamp)
LEN	1	Длина сообщения (MESSAGE), максимальное значение – 255
MESSAGE	0-255	Содержимое данных пакета (valid data)
CK1	1	Контрольная сумма
CK2	1	Контрольная сумма

- Каждый кадр данных начинается с двух определенных байтов: 0x59 0x53.
- Затем следуют два байта TID (идентификатор кадра). TID используется для идентификации номера кадра данных.
- Далее следует один байт поле длины данных (Data Length). Это поле длины указывает длину полезных данных (Payload).
- Поле с полезными данными (Payload) является переменным полем.
- CK\_1 и CK\_2 представляют собой 16-битную контрольную сумму.

#### 6.1.2 Правила определения полезных данных

Структура MESSAGE определяется в следующей таблице

Таблица 27. Структура MESSAGE

Пакет 1			....	Пакет N		
Data ID	LEN	DATA	....	DATA ID	LEN	DATA

Сообщение может состоять из нескольких пакетов, где каждый пакет содержит определенный идентификатор данных DATA ID, индикатор длины данных LEN и данные DATA длиной, указанной в LEN.

Соответствие DATA ID, LEN и DATA представлено в таблице ниже:

Таблица 28

Данные	DATA ID	LEN	DATA
Температура БЧЭ*	0x01	2	DATA1 – DATA2
Линейное ускорение	0x10	12	DATA1 – DATA12
Угловая скорость	0x20	12	DATA1 – DATA12
Угол Эйлера	0x40	12	DATA1 – DATA12
Кватернион	0x41	16	DATA1 – DATA16
UTC	0x50	11	DATA1 – DATA11
Положение	0x68	20	DATA1 – DATA20
Скорость	0x70	12	DATA1 – DATA12
Состояние	0x80	1	DATA1

Содержимое, отмеченное знаком “\*” в таблице, по умолчанию не выводится и должно быть настроено как вывод с помощью инструкций. Соотношение преобразования данных показано в следующей таблице :

Таблица 29

Данные	Номер	Преобразование	Ед. изм.
Температура БЧЭ	DATA1 (DATA[7:0]) DATA2 (DATA[15:8])	temp_imu = DATA *0.01	°C
Линейное ускорение	DATA1 (DATA[7:0])	ax = DATA *0.000001	м/с <sup>2</sup>
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	ay = DATA *0.000001	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	az = DATA *0.000001	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		
Угловая скорость	DATA1 (DATA[7:0])	wx = DATA *0.000001	°/с
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	wy = DATA *0.000001	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	wz = DATA *0.000001	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		
Угол Эйлера	DATA1 (DATA[7:0])	pitch = DATA *0.000001	°
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	roll = DATA *0.000001	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	yaw = DATA *0.000001	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		



Таблица 29. (Продолжение таблицы)

Данные	Номер	Преобразование	Ед. изм.		
Квантерион	DATA1(DATA[7:0])	$q0 = DATA * 0.000001$			
	DATA2 (DATA[15:8])				
	DATA3 (DATA[23:16])				
	DATA4 (DATA[31:24])				
	DATA5 (DATA[7:0])	$q1 = DATA * 0.000001$			
	DATA6 (DATA[15:8])				
	DATA7 (DATA[23:16])				
	DATA8 (DATA[31:24])				
	DATA9 (DATA[7:0])	$q2 = DATA * 0.000001$			
	DATA10 (DATA[15:8])				
	DATA11 (DATA[23:16])				
	DATA12 (DATA[31:24])				
	DATA13(DATA[7:0])	$q3 = DATA * 0.000001$			
	DATA14 (DATA[15:8])				
	DATA15 (DATA[23:16])				
	DATA16 (DATA[31:24])				
UTC	DATA1(DATA[7:0])	$Msec = DATA$	мс		
	DATA2 (DATA[15:8])				
	DATA3 (DATA[23:16])				
	DATA4 (DATA[31:24])				
	DATA5 (DATA[7:0])	$Year = DATA$		г	
	DATA6 (DATA[15:8])				
	DATA7 (DATA[7:0])	$Month = DATA$		м	
	DATA8 (DATA[7:0])	$Day = DATA$		д	
	DATA9 (DATA[7:0])	$Hour = DATA$		ч	
	DATA10 (DATA[7:0])	$Min = DATA$		МИН	
	DATA11 (DATA[7:0])	$Sec = DATA$		с	
Положение	DATA1(DATA[7:0])	$lat = DATA * 10^{-10}$	°		
	DATA2 (DATA[15:8])				
	DATA3 (DATA[23:16])				
	DATA4 (DATA[31:24])				
	DATA5 (DATA[39:32])				
	DATA6 (DATA[47:40])				
	DATA7 (DATA[55:48])				
	DATA8 (DATA[64:56])				
	DATA9 (DATA[7:0])				
	DATA10 (DATA[15:8])				
	DATA11 (DATA[23:16])	$long = DATA * 10^{-10}$			
	DATA12 (DATA[31:24])				
	DATA13(DATA[39:32])				
	DATA14 (DATA[47:40])				
	DATA15 (DATA[55:48])				
	DATA16 (DATA[64:56])				
	DATA17 (DATA[7:0])				
	DATA18 (DATA[15:8])			$alt = DATA * 0.001$	м
	DATA19 (DATA[23:16])				
	DATA20 (DATA[31:24])				

Таблица 29. (Продолжение таблицы)

Данные	Номер	Преобразование	Ед. изм.
Скорость	DATA1 (DATA[7:0])	ve = DATA * 0.001	м/с
	DATA2 (DATA[15:8])		
	DATA3 (DATA[23:16])		
	DATA4 (DATA[31:24])		
	DATA5 (DATA[7:0])	vn = DATA * 0.001	
	DATA6 (DATA[15:8])		
	DATA7 (DATA[23:16])		
	DATA8 (DATA[31:24])		
	DATA9 (DATA[7:0])	vu = DATA * 0.001	
	DATA10 (DATA[15:8])		
	DATA11 (DATA[23:16])		
	DATA12 (DATA[31:24])		
Состояние	DATA1 (DATA[3:0])	Fusion_state = DATA1	
	DATA2 (DATA[7:4])	GNSS_state = DATA2	

### 6.1.3 Отметки о состоянии

Для полного кадра данных необходимо увеличить контрольную сумму, при этом диапазон расчета контрольной суммы составляет от TID до последнего байта Message. Диапазон расчета контрольной суммы - от TID до последнего байта сообщения, как показано в следующей таблице, а формула расчета приведена в следующем примере.

Заголовок	TID	LEN	MESSAGE	CK1	CK2
-----------	-----	-----	---------	-----	-----

Предполагая, что в диапазоне проверки имеется N байт (буфер[N]), формула расчета выглядит следующим образом :

```

CK1 = 0; CK2 = 0;
For(i=0;i<N;i++)
{
    CK1 = CK1 + buffer[i];
    CK2 = CK2 + CK1;
}
    
```

### 6.2 Вывод необработанных данных GNSS

SSI-NS207 поддерживает конфигурацию функции вывода необработанных данных GNSS, формат выходного кадра совпадает с форматом кадра, показанным в 6.1, а выходной. Он разделен на основные данные GNSS и подчиненные данные GNSS. Идентификатор данных определяется, как показано в следующей таблице :

Таблица 31

Данные	ID DATA	LEN	DATA	Разрешение	Определение	Выходная частота	
Главные данные GNSS	0xc0	45	BYTE1-BYTE2	1	год	UTC	1 Гц
			BYTE3	1	месяц		
			BYTE4	1	день		
			BYTE5	1	час		
			BYTE6	1	минута		
			BYTE7	1	секунда		
			BYTE8-BYTE9	1	мс		
			BYTE10-BYTE17	10 <sup>-10</sup>	Широта		
			BYTE18-BYTE25	10 <sup>-10</sup>	Долгота		
			BYTE26-BYTE29	0.001	Высота		
			BYTE30-BYTE31	0.001	Ошибка по широте		
			BYTE32-BYTE33	0.001	Ошибка по долготе		
			BYTE34-BYTE35	0.001	Ошибка по высоте		
			BYTE36-BYTE37	0.01	Скорость		
			BYTE38-BYTE39	0.01	Курс		
			BYTE40	1	Статус позиционирования		
BYTE41	1	Количество спутников					
BYTE42-BYTE43	0.001	pDop					
BYTE44-BYTE45	1	Номер наблюдательной станции					
Подчиненные данные GNSS	0xf0	6	BYTE1-BYTE2	0.01	Направление антенны	1 Гц	
			BYTE3-BYTE4	0.001	Ошибка направления антенны		
			BYTE5-BYTE6	0.001	Базовая линия антенны		

### 6.3 Выходной протокол NMEA0183

SSI-NS207 поддерживает вывод по протоколу NMEA0183, а выходная частота составляет 0-50 Гц.

#### 6.3.1 GPGGA

\$GPGGA,HHMMSS.SS,DDMM.MMMMM,S,DDMM.MMMMM,S,N,QQ,PP.P,SAAAA.AA,M,±XXXX.XX,M,SSS,AAAA\*CC

Таблица 32

Формат	Описание
HHMMSS.SS	Время в формате UTC (часы:минуты:секунды)
DDMM.MMMMM	широта (градусы, минуты формат)
S	Область широты: N (северная широта) S (южная широта)
DDDMM.MMMMM	долгота (градусы, минуты формат)
W	Зона долготы: E (восточная долгота) W (Западная долгота)
N	Идентификация местоположения GNSS: 0= отсутствие позиционирования, 1= односточное позиционирование, 2= дифференциальное позиционирование(SBAS, DGPS, L-ДИАПАЗОН, E-Dif), 4=RTK фиксированный, 5=RTK с плавающей запятой
QQ	Количество спутников, используемых для определения местоположения
PP.P	HDOP=0.0~9.9
SAAAA.AA	Высота антенны
M	Единица измерения высоты (метры)
±XXXX.XX	Разделение уровня моря
M	Единица измерения уровня моря (метры)
SSS	Задержка дифференциальной коррекции (секунды)
AAAA	Идентификатор контрольной станции
*CC	Контрольная сумма
<CR><LF>	Символы возврата и перевода строки

### 6.3.2 \$GPRMC

\$GPRMC,HHMMSS.SS,A,DDMM.MMMMM,N,DDDMM.MMMMM,W,Z.Z,Y.Y,DDMMYY,D.D,V \*CC

Таблица 33

Формат	Описание
HHMMSS.SS	Время в формате UTC (часы:минуты:секунды)
A	Идентификатор позиционирования: A=действительное позиционирование, V=недействительное позиционирование
DDMM.MMMMM	широта (градусы, минуты формат)
N	Область широты: N (северная широта) S (южная широта)
DDDMM.MMMMM	долгота (градусы, минуты формат)
W	Зона долготы: E (восточная долгота) W (Западная долгота)
Z.Z	Скорость над поверхностью земли (единица измерения - узлы)
Y.Y	Направление над поверхностью земли (относительно истинного севера в качестве опорной базы)
DDMMYY	Дата UTC (формат года, месяца и дня)
D.D	Магнитное склонение (единица измерения - градусы)
V	Направление магнитного склонения: E (восток) W (запад)
*CC	Контрольная сумма
<CR><LF>	Символы возврата и перевода строки

### 6.3.2 \$PYRMC

\$PYRMC,HHMMSS.SS,PPP.PP,RRR.RR,YYY.YY,DDMM.MMMMM,DDMM.MMMMM,SAAAA.AA,VEE.E EE ,VNN.NNN,VUU.UUU,p.ppp,r.rrr,y.yyy,l.lll,m.mmm,a.aaa,e.eee,n.nnn,u.uuu,v,s \*CC< CR>

Таблица 34

Формат	Описание
HHMMSS.SS	Время в формате UTC (часы:минуты:секунды)
PPP.PP	Угол тангажа (°)
RRR.RR	Угол крена (°)
YYY.YY	Угол рыскания (°)
DDMM.MMMM	широта (градусы, минуты формат)
DDMM.MMMM	долгота (градусы, минуты формат)
SAAAA.AA	Высота антенн (м)
VEE.EEE	Восточная составляющая скорости (м/с)
VNN.NNN	Северная составляющая скорости (м/с)
VUU.UUU	Вертикальная скорость (м/с)
p.ppp	Ошибка угла тангажа (°)
r.rrr	Ошибка угла крена (°)
y.yyy	Ошибка угла рыскания (°)
l.lll	Ошибка восточного положения (м)
m.mmm	Ошибка северного положения (м)
a.aaa	Ошибка высоты (м)
e.eee	Ошибка восточной скорости (м/с)
n.nnn	Ошибка северной скорости (м/с)
u.uuu	Ошибка вертикальной скорости (м/с)
v	Система координат: E (ENU система координат), N (NED система координат)
s	Состояние фьюзии: 0 - неинициализировано, 1 - завершена инициализация положения, 2 - завершена инициализация курса, 4 - состояние совместной фьюзии, 5 - чистый инерциальный расчет.
*CC	Контрольная сумма
<CR><LF>	Символы возврата и перевода строки

#### 6.4 Протокол связи CAN

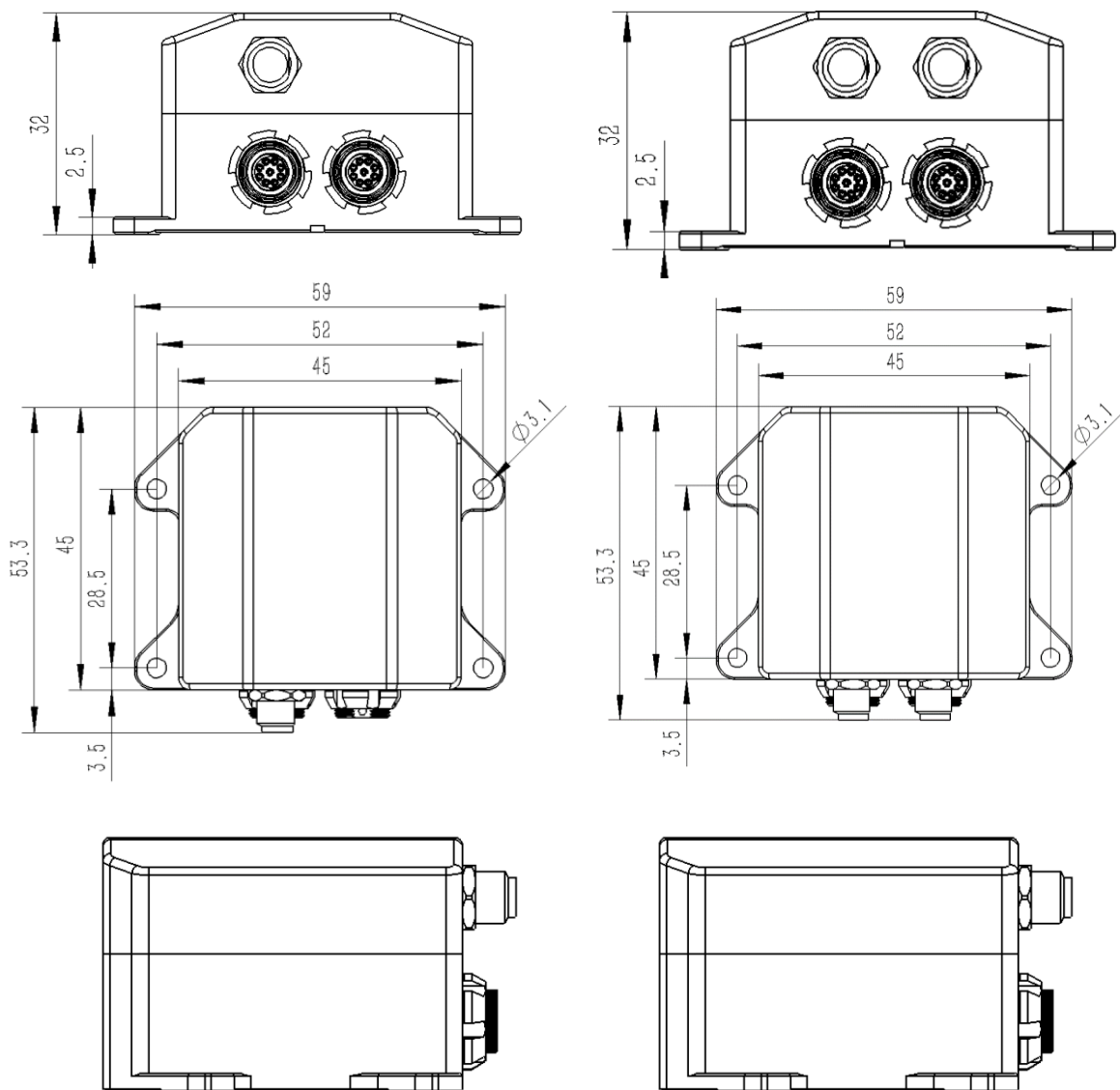
SSI-NS207 поддерживает вывод через интерфейс CAN. Формат протокола вывода аналогичен протоколу SAEJ1939 и использует формат Intel. Используются расширенные кадры. Определение параметров приведено ниже:

Таблица 35

Данные	Порядок	PGN	Описание	Примечание
Акселерометр	2	0xF02D	Длина: 8 байт, младший байт вперед, беззнаковое 16-битное целое число Диапазон: -250 ~ 252 dps (градусов в секунду) Разрешение: 0.0078125 dps	Вывод по умолчанию
Гироскоп	3	0xF02A	Длина: 8 байт, младший байт вперед, беззнаковое 16-битное целое число Диапазон: -250 ~ 252 dps (градусов в секунду) Разрешение: 0.0078125 dps По порядку: Угловая скорость по оси X, угловая скорость по оси Y, угловая скорость по оси Z, расширенная идентификация	Вывод по умолчанию

Таблица 35

Данные	Порядок	PGN	Описание	Примечание
Углы Эйлера	3	0xF029	Длина: 6 байт, младший байт вперед, беззнаковое 16-битное целое число Диапазон: -250 ~ 252° (градусы) Разрешение: 0.0078125° (градусы) По порядку: Угол тангажа, угол крена, угол рыскания	Вывод по умолчанию
Квантерион	3	0xF030	Длина: 8 байт, формат Intel, беззнаковое 16-битное целое число Диапазон: -1 ~ 1 Разрешение: 0.0078125° Смещение: -1 По порядку: Qw, Qx, Qy, Qz	Вывод по умолчанию
Ориентация	3	0xF037	Длина: 23 байта, младший байт вперед По порядку: Широта, Долгота, Высота Широта: 8 байт, знаковое 64-битное целое число, разрешение 1e-10 Долгота: 8 байт, знаковое 64-битное целое число, разрешение 1e-10° Высота: 4 байта, беззнаковое 32-битное целое число, разрешение 3.0518e-05 м	Стандартный вывод, Передача сегментами, Первый байт каждого сегмента - номер сегмента
Скорость	6	0xF039	Длина: 6 байт, младший байт вперед, беззнаковое 16-битное целое число Диапазон: -500 м/с ~ 500 м/с Разрешение: 0.0156 м/с По порядку: Скорость по восточному направлению, скорость по северному направлению, вертикальная скорость	Вывод по умолчанию
UTC	7	0xF03C	Длина: 8 байт, младший байт вперед, беззнаковое Разрешение: 1 По порядку: Год (8 бит), Месяц (8 бит), День (8 бит), Час (8 бит), Минута (8 бит), Секунда (8 бит), Миллисекунда (16 бит)	Вывод по умолчанию
Шум	7	0xF03F	Длина: 2 байта, младший байт вперед, беззнаковое 16-битное целое число Разрешение: 0.01 Смещение: 0	
timestamp	7	0xF03D	Длина: 8 байт, беззнаковое 32-битное целое число Разрешение: 1 По порядку: Временная метка сэмплирования, Временная метка вывода	
Температура БЧЭ	7	0xF025	Длина: 2 байта, беззнаковое 16-битное целое число Разрешение: 0.0312°C	
Состояние	7	0xF020	Длина: 1 байт, беззнаковое 4-битное целое число Разрешение: 1 По порядку: Состояние фьюзии, Состояние GNSS позиционирования	

**7. Габаритные и присоединительные размеры**


**Рисунок 5.** Габаритные и присоединительные размеры модуля SSI-NS207A (слева) и SSI-NS207B (справа)

## 8. Установка и монтаж устройства

### 8.1 Установка основной системы

Пользователь должен установить SSI-NS207 и надежно закрепить его к кузову автомобиля, предпочтительно вблизи центра автомобиля. Ось X должна указывать в направлении движения автомобиля. Ось Z должна указывать вертикально вверх. Плоскость XY должна быть параллельной кузову автомобиля.

### 8.2 Установка двух антенн

SSI-NS207B поддерживает два варианта установки антенн: с одной антенной и с двумя антеннами. Рекомендуется использовать две антенны для более быстрой инициализации и перехода системы в состояние комбинированной навигации. Направление подключения двух антенн совпадать с направлением движения транспортного средства или быть перпендикулярным к нему. При установке антенн необходимо учесть следующие моменты:

1. Главная антенна 1 используется в основном для определения местоположения спутника и требует измерения металлического рычага между главной антенной 1 и SSI-NS207B. Рычаг - это вектор от центра SSI-NS207B до фазового центра главной антенны 1. Для достижения наилучшей точности позиционирования требуется точное компенсирование рычага. Рычаг измеряется в системе IMU, как показано на рисунке 5 (а) в качестве примера, рычаг  $[-1.5 \ -0.5 \ 0]$  (единицы: м). Положительные значения берутся вдоль положительной оси X, отрицательные значения берутся вдоль отрицательных осей Y и Z.

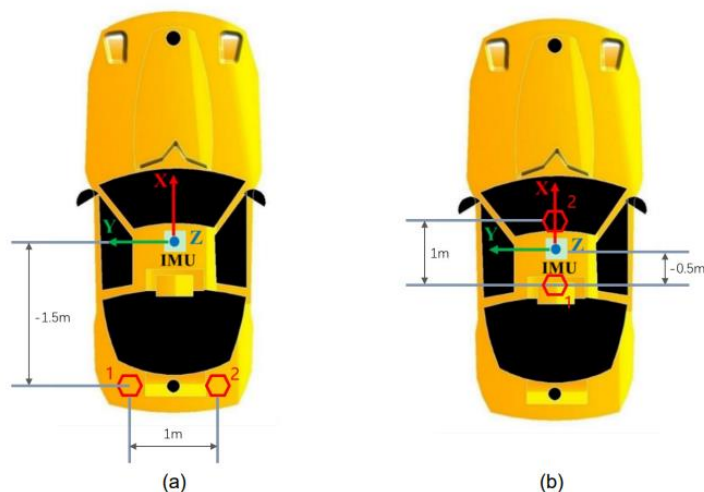
2. Вспомогательная антенна 2 используется в основном для двойного измерения направления. Главная и вспомогательная антенны должны быть в одной плоскости, а вспомогательная антенна 2 должна быть перед главной антенной 1. По умолчанию установка антенн выглядит, как показано на рисунке 5 (а), где линия соединения между главной и вспомогательной антеннами перпендикулярна оси автомобиля. Если установка двух антенн отличается от изображенной на рисунке 5 (а), например, как показано на рисунке 5 (б), необходимо измерить угол между линией, соединяющей фазовые центры главной и вспомогательной антенн, и осью автомобиля. Угол измеряется по часовой стрелке, с положительным направлением, и записывается в память системы. Например, на рисунке 5 (б) угол установки двух антенн составляет  $0^\circ$ .

3. Расстояние между главной и вспомогательной антеннами должно быть измерено. По умолчанию установка антенн выглядит, как показано на рисунке 5 (а), где расстояние между двумя антеннами составляет 1 метр. Чем больше расстояние между двумя антеннами, тем лучше. Если расстояние между антеннами изменяется, необходимо точно измерить расстояние между фазовыми центрами главной и вспомогательной антенн и записать его в память системы.

4. Для достижения наилучших результатов в ориентации двух антенн, главная и вспомогательная антенны должны быть жестко закреплены к носителю, чтобы исключить смещения антенн при движении носителя. Также обе антенны должны иметь одинаковую модель и быть ориентированы в одном направлении, а также быть расположены на одной базовой плоскости.

5. Если система подключена только к одной антенне, необходимо гарантировать подключение главной антенны к SSI-NS207B. Метод измерения рычага для главной антенны при использовании одной антенны такой же, как и при измерении рычага для главной антенны 1 при использовании двух антенн.




**Рисунок 5.** Расположение модуля в транспортном средстве

**Внимание:**

При использовании двух антенн необходимо учитывать правильную установку. По умолчанию угол между двумя антеннами составляет  $90^\circ$ , а базовая линия имеет длину 1 метр. Если фактическая установка отличается от настроек по умолчанию, необходимо настроить систему соответствующим образом, чтобы обеспечить правильную работу системы при инициализации и избежать ошибочного вывода данных.

### 8.3 Инициализация системы

SSI-NS207 требуется провести инициализацию системы для достижения стабильного состояния комбинированного позиционирования. Если система не была инициализирована, информация о положении будет соответствовать исходному положению системы инерциальной навигации, и точность ориентации и скорости не может быть гарантирована. Начальный угол курса будет равен  $0^\circ$  при включении питания.

Динамическая инициализация с одной антенной: При подключении только одной антенны (подключена к основному разъему), система SSI-NS207A и SSI-NS207B требует, чтобы система оставалась в стабильном состоянии после включения в течение некоторого времени, затем, при хороших сигналах спутников, двигалась со скоростью более  $10 \text{ км/ч}$  в течение 5 секунд, или двигалась со скоростью более  $1 \text{ м/с}$  в режиме фиксированного решения, чтобы завершить инициализацию. Инициализация должна быть выполнена с движением вдоль оси X. После завершения инициализации система может перейти в стабильное комбинированное позиционирование примерно через 1-3 минуты.

Инициализация с двумя антеннами: При подключении двух антенн (с правильной настройкой базовой линии и угла установки двух антенн), при хороших сигналах спутников и правильной конфигурации системы, система SSI-NS207B может завершить инициализацию на месте.

Кроме того, SSI-NS207B с двумя антеннами может выполнять инициализацию по обоим условиям одновременно. Любое из этих двух условий может быть использовано для инициализации системы.

Таблица 36

	SSI-NS207A	SSI-NS207B
Динамическая инициализация одной антенны	✓	✓
Инициализация двойной антенны		✓

Чтобы обеспечить оптимальную точность позиционирования и ориентации при использовании SSI-NS207, следует обратить внимание на следующие моменты:

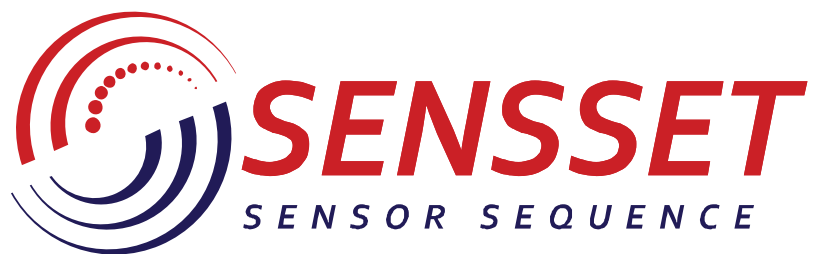
1. При установке модуля SSI-NS207 следует обеспечить согласованность с системой координат автомобиля и держать углы установки (Pitch/Roll) в пределах  $1^\circ$ .

2. После включения питания SSI-NS207 рекомендуется оставить автомобиль неподвижным в течение 5 минут перед началом движения. Во время стоянки следует избегать сильных вибраций автомобиля.

3. Перед въездом в области с плохим сигналом спутниковой навигации, такие как участки с деревьями, подвесными дорогами или туннелями, рекомендуется проехать 1-3 минуты на открытой дороге, поддерживая определенную скорость (более 10 км/ч) и сделать 2-3 поворота или перестроения, чтобы избежать продолжительного прямолинейного движения.

4. После въезда автомобиля в зону ослабленного сигнала спутниковой навигации, рекомендуется сохранять стабильную скорость и избегать резкого торможения или резких поворотов.

Эти рекомендации помогут обеспечить оптимальную работу SSI-NS207 и получить наилучшую точность работы системы позиционирования и ориентации.



[www.sensset.ru](http://www.sensset.ru)

8 (812) 309-58-32 доб. 150  
info@sensset.ru

198099, г. Санкт-Петербург  
ул. Калинина, дом 2, корпус 4, литера А.



Development, production and supply of high-tech sensors