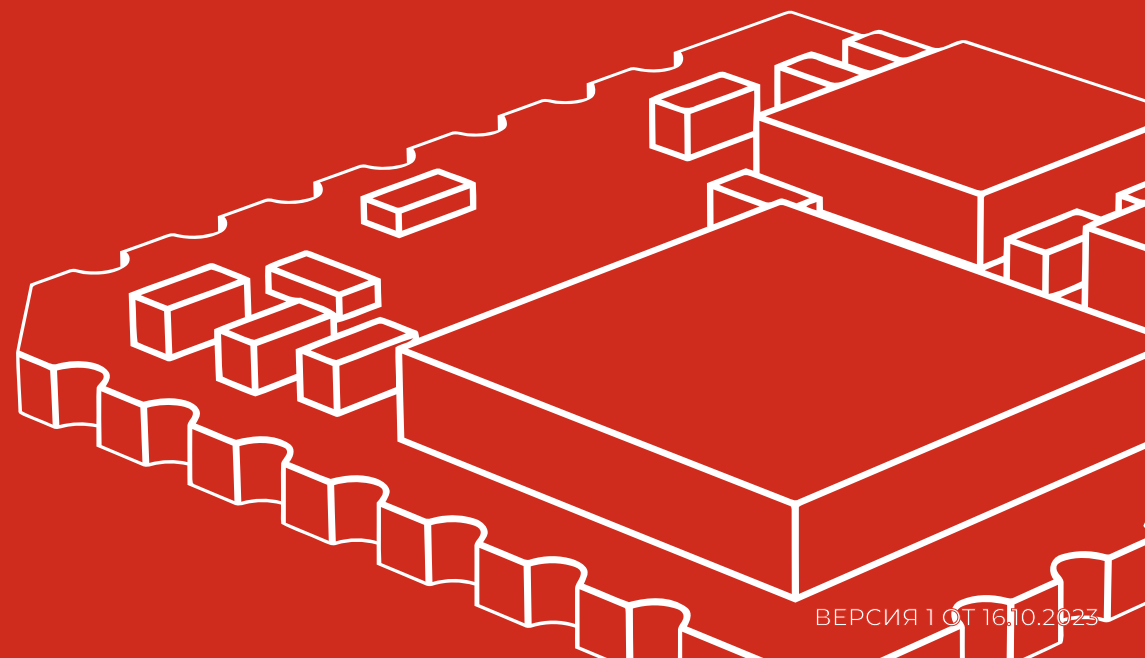




КУРСОВЕРТИКАЛЬ МК1
(НТРЕ.402131.010)

системы ориентации
и навигации



ВЕРСИЯ 1 ОТ 16.10.2023

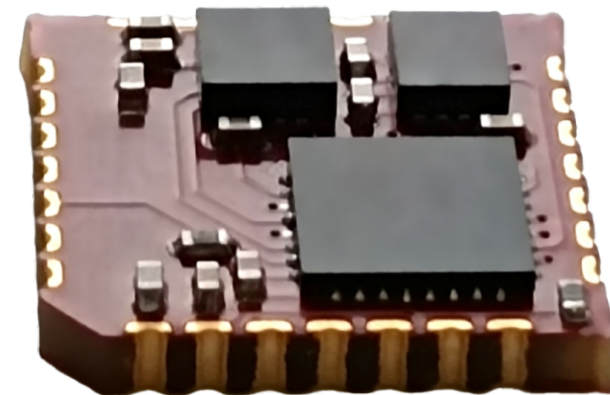
КУРСОВЕРТИКАЛЬ МК1

Курсоверткаль МК1 — миниатюрный инерциальный МЭМС-модуль с реализацией алгоритмов пространственной ориентации. Для коррекции ориентации используется информация о магнитном и гравитационном поле земли. Это позволяет точно определять углы курса, крена и тангажа в любых условиях. Решение работает автономно и не зависит от внешних источников информации. Каждый прибор имеет заводскую калибровку температурных погрешностей. Встроенный алгоритм калибровки магнитометров позволяет быстро компенсировать статические магнитные искажения для надёжной работы прибора на различных системах. Модуль имеет цифровой интерфейс UART (3,3 В).

Особенности и преимущества

- 3-х осевой МЭМС-гироскоп
- 3-х осевой МЭМС-акселерометр
- Высокая температурная стабильность
- Заводская калибровка нестабильности нуля и масштабного коэффициента
- Термокомпенсация
- Программируемый цифровой фильтр
- Энергоэффективность
- 32-битное ядро процессора ARM Cortex-M4
- Миниатюрный корпус
- Индустриальный диапазон температур
- Низкий шум

ВНЕШНИЙ ВИД



Применение



Навигация, стабилизация



Виртуальная реальность



Робототехника



Контроль параметров движения

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Курсовертикаль МК1 - решение на основе МЭМС датчиков. Алгоритм ориентации основан на интегрировании уравнения Пуассона с коррекцией углов крена и тангажа по показаниям акселерометров, а угла курса - по показаниям магнитометра. Алгоритм устойчив к кратковременным (до 2-х минут) сильным магнитным искажениям, вызванными, например, проезжающим рядом автомобилем. Интенсивное ускорение, разгон и маневрирование объекта-носителя не вносит искажений в решение. Помимо точных углов ориентации МК1 оценивает систематические смещения нуля гироскопов, что повышает точность работы алгоритма. Дополнительно в приборе присутствует калибровка блока магнитометров для компенсации твердых и мягких магнитных искажений.

Ориентация осей

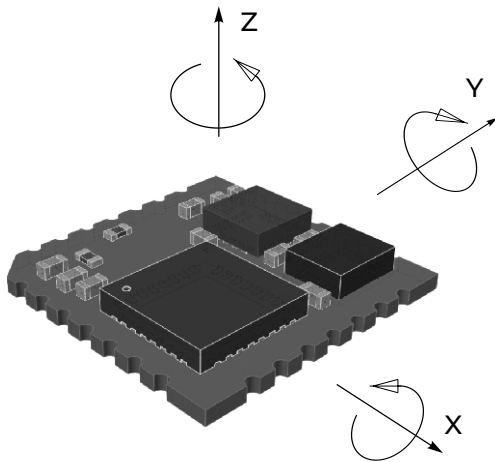


Рисунок 1.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА



ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Напряжение питания	мин. 2,7 В, макс. +3,6 В
Температура эксплуатации	мин. -50°C, макс. +100°C
Температура хранения	мин. -55°C, макс. +125°C
Линейное ускорение	макс. 3500 g
Влажность	макс. 85%

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Канал угловой скорости

Диапазон измерения	±2000°/с
Полоса пропускания по уровню -3 дБ	до 200 Гц
Точность масштабного коэффициента ¹	0,3%
Нелинейность масштабного коэффициента ¹	0,02%
Спектральная плотность мощности шума ¹	0,006°/с/√Гц
Случайное угловое блуждание ²	0,09°/√ч
Нестабильность смещения нуля в запуске ²	норм. 5°/ч
Стабильность смещения нуля от запуска к запуску ¹	0,1°/с
Неортогональность осей ¹	1 мрад
Интенсивность шума (400Гц) ³	90°/ч

Канал линейного ускорения⁴

Диапазон измерения	±16g
Полоса пропускания по уровню -3 дБ	до 200 Гц
Точность масштабного коэффициента ¹	±0,1%
Нелинейность масштабного коэффициента ¹	±0,1%
Спектральная плотность мощности шума ¹	80 мкг/√Гц
Случайное блуждание скорости ²	8 мм/с/√ч
Нестабильность смещения нуля в запуске ²	3 мкг (оси x, y) 5 мкг (ось z)
Стабильность смещения нуля от запуска к запуску ¹	1 мг (оси x, y) 1,5 мг (ось z)
Неортогональность осей ¹	1 мрад
Интенсивность шума (400Гц) ³	0,4 мг

Точностные характеристики (СКО или 1σ)

Крен и тангаж ³	0,5°
Истинный курс ³	2°

Характеристики магнитометра

Диапазон измерения магнитного поля	±0,8 мТ
Интенсивность шума (400Гц) ³	100 нТ

Общие характеристики

Частота выдачи навигационного решения	до 100 Гц
Точность датчиков температуры ³	±2°С
Скорость обмена цифрового интерфейса	до 3 Мбод
Диапазон рабочих температур	-40°С..+85°С
Напряжение питания	3,3 В±5%
Потребляемая мощность	норм. 50 мВт
Время готовности после подачи питания	менее 1 с
Масса	0,6 г

Примечание

¹ Максимальное значение параметра во всем диапазоне рабочих температур.

² Характеристика, посчитанная на основе вариации Аллана 20-ти часовой статической записи при постоянной температуре 25°С.

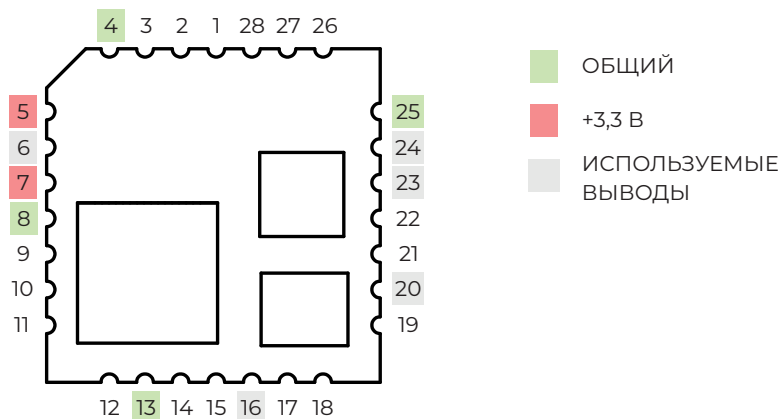
³ Квадратный корень из дисперсии - среднеквадратическое отклонение (СКО или 1σ).

⁴ Принять g = 9.815

ТАБЛИЦА ВЫВОДОВ

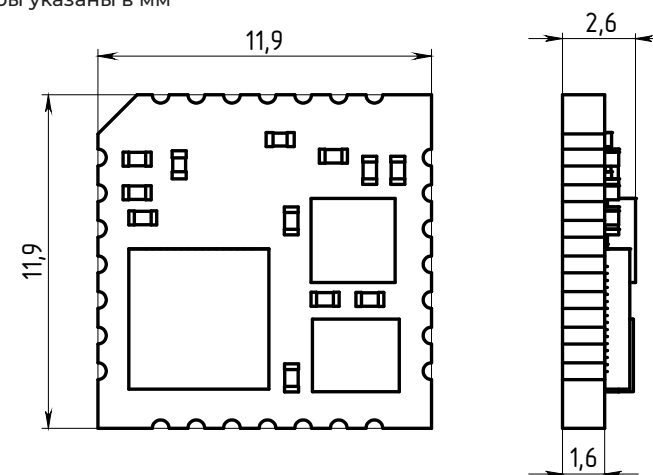
Обозначение	Вывод	Направление	Описание
+3,3 В	5,7	Питание	Положительная шина питания
ОБЩИЙ	4,8,13,25	—	Отрицательная шина питания
NRST	6	Вход	Сигнал сброса, инвертированный
SYNC_IN	16	Вход	Синхросигнал
SYNC_2	20	Вход/Выход	Дополнительный синхросигнал
UART RX	23	Вход	Ввод цифровых данных, UART с логическим уровнем 3,3 В
UART TX	24	Выход	Вывод цифровых данных, UART с логическим уровнем 3,3 В
DNC	1,2,3,9,10,11,12,14,15 17,18,19,21,22,26,27,28	—	Не подключать

Обозначение выводов



Габаритный чертеж

Все размеры указаны в мм



ПАРАМЕТРЫ ОРИЕНТАЦИИ

1 Форматы выдачи параметров ориентации

Протокол обеспечивает возможность выдачи данных ориентации в 3-х форматах:

- Углы курса, крена и тангажа (3 элемента);
- Кватернион ориентации (4 элемента);
- Матрица ориентации (9 элементов).

2 Системы координат

Центр блока акселерометров является началом систем координат, описанных ниже.

2.1 Связанная с корпусом система координат (приборная)

X, боковая ось (дополняет Y и Z до положительно ориентированного трёхгранника);
 Y, продольная ось;
 Z, вертикальная ось.

2.2 Географическая система координат ENU

E, горизонтальная ось, направленная на Восток;
 N, горизонтальная ось, направленная на Север;
 Up, ось, направленная вдоль географической вертикали места в направлении от центра Земли.

3 Углы ориентации

Ψ - угол относительного курса. Угол между осью N и проекцией продольной оси Y связанной системы координат на горизонтальную плоскость. Угол отсчитывается по часовой стрелке, если смотреть сверху вертикальной оси Up, от оси N;

ϑ - угол тангажа. Угол между продольной осью Y и горизонтальной плоскостью EN;

γ - угол крена. Угол поворота плоскости симметрии YZ вокруг оси Y.

4 Матрица ориентации

Матрица ориентации приборной системы координат относительно географической (из географической в приборную) имеет следующий вид, параметризованный заданными углами курса, крена и тангажа:

$$A_{zy} = \begin{pmatrix} \cos\psi \cos\gamma + \sin\psi \sin\vartheta \sin\gamma & -\sin\psi \cos\gamma + \cos\psi \sin\vartheta \sin\gamma & -\cos\vartheta \sin\gamma \\ \sin\psi \cos\vartheta & \cos\psi \cos\vartheta & \sin\vartheta \\ \cos\psi \sin\gamma - \sin\psi \sin\vartheta \cos\gamma & -\sin\psi \sin\gamma - \cos\psi \sin\vartheta \cos\gamma & \cos\vartheta \cos\gamma \end{pmatrix}$$

РАБОТА С ПРИБОРОМ

Для того, чтобы датчик отреагировал на смену настроек и выбор нового алгоритма, необходимо воспользоваться функционалом регистра SAVE_AND_RESET.

Процесс сохранения или сброса настроек происходит во время перезагрузки устройства. Чтобы вызвать соответствующую операцию во время перезагрузки, нужно совместно отправить два флага RESET + SAVE, либо RESET + FACTORY_RESET.

FACTORY_RESET приведет к тому, что все значения настроек прибора вернутся к значениям по умолчанию. Включая оцененные калибровочные коэффициенты матрицы и вектора ошибок магнитометра.

При необходимости реинициализации алгоритмов, необходимо выставить флаг RESET. Алгоритм начнет работу из исходного состояния.

ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМОВ

Возможны следующие варианты приборов: **МК1, А1, В1, К1, Н1, Н1В**.

В зависимости от типа прибора, доступны различные варианты алгоритмов:

- для **МК1** - Ahrs, Vru, MagCal3D;
- для **А1** - MagCal3D;
- для **В1** - Vru, MagCal3D;
- для **К1** - Ahrs, Vru, MagCal3D;
- для **Н1** и **Н1В** - Nav, NavBaro, NavAuto, Ahrs, Vru, MagCal3D.

Алгоритмы можно подразделить на несколько типов:

- алгоритмы навигации - Nav, NavBaro, NavAuto;
- алгоритмы ориентации - Ahrs, Vru;
- калибровочные алгоритмы - MagCal3D.

1 Алгоритмы навигации

Данная группа представляет собой алгоритмы, основанные на инерциальных и спутниковых измерениях. Качественные алгоритмы обработки измерений основаны на интеллектуальном объединении инерциальной и спутниковой информации для достижения высокой точности. Как известно, ГНСС системы подвержены шуму измерений и пропаданию сигнала при плохой видимости спутников. Данный алгоритм лишен таких недостатков. Инерциальные измерения, стабильные на коротких временах, позволяют определить выбросы ГНСС и нивелировать влияние пропадания сигнала. Это позволяет точно определять местоположение под эстакадами, в туннелях, в лесной местности.

Сразу после включения алгоритмы выдают информацию об ориентации прибора относительно горизонта. Информация о скорости, угле курса и координатах замещается на информацию, пришедшую от ГНСС приемника до момента инициализации угла курса.

Инициализация угла курса представляет собой важную часть алгоритма навигации. Качество начального значения угла курса сильно влияет на скорость сходимости решения к оптимальной точности и на его устойчивость в первые минуты после запуска.

При использовании устройства на низкодинамичных объектах (скорость не превышает 2-х метров в секунду) необходимо дополнительно использовать показания магнитометров при помощи регистра USE_MAGNETOMER.

Это позволит стабилизировать угол курса. Важно провести качественную калибровку до включения этого флага.

ВАЖНО! Необходимо двигаться в направлении продольной оси прибора до момента инициализации достоверного путевого угла (движение со скоростью не менее 3 м/с в течение 1 секунды).

Так как центр прибора и фазовый центр антенны СНС находится в разных точках, необходимо указать плечо ANTENNA_DISTANCE до СНС антенны. При наличии высокоточного спутникового решения (RTK) настройка плеча до антенны носит критичный характер. Игнорирование данной настройки может привести к сильному снижению точности решения.

Инерциальное счисление начинается в момент прихода валидного значения угла курса от приемника ГНСС, после чего работает в штатном режиме. Данный факт отражается в изменении точности решения SOLUTION_SD, а именно, значения 0 в регистрах SOLUTION_SD(VELOCITY), SOLUTION_SD(LATITUDE, LONGITUDE, HEIGHT) изменяются и становятся положительными ненулевыми.

1.1 Nav

Алгоритм, в качестве исходных данных использует показания инерциальных датчиков и информации от ГНСС приемника. При пропадании сигнала ГНСС решение основывается только на основе интегрирования инерциальной информации без использования дополнительных корректоров.

1.2 NavBaro

Алгоритм навигации, структурно совпадающий с алгоритмом Nav. Дополнительно для коррекции вертикального канала используется информация от баровысотомера с оценкой смещения нуля, что позволяет сохранять точность вертикальной скорости и высоты независимо от наличия решения СНС.

ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМОВ

1.3 NavAuto

Алгоритм структурно совпадает с Nav. Дополнительно используется информация о неголономных ограничениях в виде отсутствия перемещений в вертикальном и поперечном направлениях транспортного средства, что позволяет получать более точное навигационное решение. Неточность установки прибора относительно транспортной системы координат динамически дооценивается внутри прибора, что приводит к высокой точности и достоверности решения.

ВАЖНО! Данный алгоритм стоит использовать только на четырёхколесном транспортном средстве с неподруливающей задней осью.

Для верной работы коррекции по модели движения автомобиля необходимо внести информацию о плече REAR_DISTANCE до центра задней оси (место, где отсутствуют вертикальные и боковые перемещения).

Оси прибора должны быть максимально сонаправлены с осями транспортного средства для корректной работы профиля фильтра.

2 Алгоритмы ориентации

В текущем разделе представлены алгоритмы автономного определения параметров ориентации объекта.

2.1 Vru

Фильтр для автономного определения ориентации. В качестве исходных данных используются показания гироскопов и акселерометров. Углы крена и тангажа не подвержены уходу со временем и являются стабильными даже при динамичном движении. Курс (относительно стартовой системы координат) подвержен медленному дрейфу, обусловленному ошибками интегрирования показаний гироскопов.

Алгоритм полностью автономен и не имеет ограничений в использовании.

2.2 Ahrs

Фильтр для автономного определения ориентации. Помимо показаний гироскопов и акселерометров, учитываются измерения магнитометров. В отличие от Vru, угол курса стабилен и привязан к северу за счет использования показаний магнитометров.

ВАЖНО! Для достижения оптимальной точности, убедитесь, что калибровка магнитометров была проведена в полном объеме. В противном случае, показания магнитометров будут считаться недостоверными и не будут использоваться в работе.

3 Алгоритмы калибровки

В данном разделе представлены режимы работы для калибровки устройства.

3.1 MagCal3D

Данный алгоритм позволяет оценить статичные магнитные искажения, влияющие на измерения магнитометров.

Объект, на котором установлен прибор, необходимо медленно вращать вокруг каждой из осей. Минимальное время калибровки: 30 с. Эволюция углов во время вращения объекта должна составлять **не менее ± 30** градусов по крену и тангажу и ± 90 градусов по курсу. Для наилучшего результата необходимо располагать объект во всех возможных вариантах ориентации.

Для контроля вращения во время калибровки магнитометров в регистры ориентации выводятся текущие параметры ориентации. Качество проведенной калибровки во время работы можно оценить при помощи регистра MAG_CAL_QUALITY. Он принимает значения от 0 до 100, где:

- 0 - 70 - плохая калибровка;
- 70 - 80 - удовлетворительная калибровка;
- 80 - 100 - хорошая калибровка.

При достижении желаемого результата необходимо сохранить калибровочные параметры при помощи регистров SAVE_AND_RESET. Результаты калибровки хранятся в регистрах MAG_CALIBRATION_MATRIX, MAG_CALIBRATION_BIAS.

ВАЖНО! Калибровку стоит производить в местах, удаленных от металлических предметов и электрической проводки на расстояние не менее 3-х метров. Качество калибровки сильно зависит от магнитной обстановки в месте проведения испытания.

ПРИМЕРЫ НАСТРОЙКИ

Алгоритмы навигации

Исходные параметры устройства соответствуют универсальному состоянию, которые можно использовать на любых подвижных аппаратах.

Если у вас четырёхколесное движущееся средство (например, автомобиль), то используйте алгоритм NavAuto, который позволяет использовать неголономные ограничения в виде отсутствия перемещения в вертикальной и боковой осях автомобиля.

Если прибор установлен на низкодинамичное транспортное средство, рекомендуется выставить флаг USE_MAGNETOMETER. Это позволит получить начальное значение угла курса и корректировать его по мере работы прибора. Перед использованием необходимо провести калибровку магнитометров. В случае алгоритма NavAuto этот флаг игнорируется, так наличие магнитометров на автомобиле не является необходимым требованием в виду наличия достаточного уровня достигаемой скорости.

В случае использования флага USE_MAGNETOMETER, необходимо внести актуальную информацию в регистры TYPICAL_LATITUDE, TYPICAL_LONGITUDE, TYPICAL_HEIGHT и CURRENT_DATE.

Алгоритмы ориентации

Для данных алгоритмов важной настройкой являются TYPICAL_LATITUDE, TYPICAL_LONGITUDE, TYPICAL_HEIGHT в случае Vru и Ahrs и CURRENT_DATE в случае только Ahrs. Необходимо для построения карт аномалий силы тяжести и магнитной индукции.

Алгоритмы калибровки

Для данных алгоритмов необходимыми являются настройки TYPICAL_LATITUDE, TYPICAL_LONGITUDE, TYPICAL_HEIGHT и CURRENT_DATE. Они позволяют построить внутри прибора карту магнитных аномалий и получить точные значения составляющих вектора магнитной индукции в месте работы.

НАСТРОЙКА АЛГОРИТМОВ

Выбор алгоритма работы датчика регулируется регистром CONTROL_1 (ALGORITHM_MODE). Для корректной работы каждого из алгоритмов следует правильно настроить прибор. Неверная настройка прибора может привести к деградации решения. В некоторых случаях - к его полному отсутствию.

1 Общие настройки

Прибор выдает координаты и скорости центра датчика, который совпадает с центром блока акселерометров (изображен на габаритном чертеже). Ориентация выдается в виде углов, кватерниона или матрицы ориентации в соответствии с заданным направлением осей датчика.

1.1 Матрица поворота измерительных осей

Регистры ROTATION_MATRIX предоставляют доступ к заданию вращения приборной системы координат. ROTATION_MATRIX осуществляет поворот приборной системы координат.

Данная настройка влияет не только на выдачу ориентации, но и на калиброванные данные датчиков, а именно: CALIB_ACC, CALIB_GYRO, CALIB_MAG. Она поворачивает измерения в соответствии с заданной матрицей.

Неверная запись матрицы (вырожденная, неортогональная...) будет игнорироваться. Небольшие ошибки задания матрицы будут нивелироваться внутренним алгоритмом ортогонализации матрицы. Наличие больших ошибок (начиная со второго знака после запятой) приведет к отбраковке записанной матрицы и в регистрах останутся предыдущие значения. Убедитесь, что прибор принял заданные вами значения!

1.2 Калибровка гироскопов в начале запуска

Для калибровки гироскопов в начале запуска датчика необходимо выставить флаг CONTROL_0 (GYRO_CALIB) и задать время CONTROL_0 (CORRECTION_TIME). В течение этого времени внутренние алгоритмы будут оценивать смещение нуля гироскопов и в дальнейшем компенсировать в работе алгоритмов.

НАСТРОЙКА АЛГОРИТМОВ

1.2 Калибровка гироскопов в начале запуска (продолжение)

Примечание: данную настройку имеет смысл использовать только в режиме работы Vru. Это позволит удерживать угол относительного курса дольше, так как он не наблюдаем без СНС и информации от магнитометров. В случае других алгоритмов, угол курса, и, соответственно, смещение нуля вертикальной проекции угловой скорости, являются наблюдаемыми параметрами.

1.3 Задание начального состояния

В случае алгоритма Vru можно задать начальное состояние прибора, а именно: угол начального курса. Для этого необходимо выставить флаг CONTROL_1 (INITIAL_LOCATION) и задать начальное значение угла курса INIT_HEADING.

1.4 Координаты места работы прибора

Алгоритмы требуют знания текущего местоположения для подсчета карты силы тяжести и магнитной модели Земли. Для корректной работы алгоритмов Vru, Ahrs, MagCal3D это обязательная настройка. От нее напрямую будет зависеть качество решения. В случае алгоритмов Nav, NavBaro, NavAuto эта настройка не так критична, так как пришедшая информация от СНС обновит оценку построенных карт силы тяжести и магнитного поля земли. Параметры задаются по адресам: TYPICAL_LATITUDE, TYPICAL_LONGITUDE, TYPICAL_HEIGHT.

Примечание: достаточно задать положение с точностью до ста километров по широте и долготе и 2 километра по высоте. Этого достаточно для обеспечения необходимой точности подсчета параметров карт аномалий.

1.5 Текущая дата

Для построения карты магнитного поля земли также требуется текущая дата. Достаточно задавать ее с точностью несколько месяцев. Параметры задаются по адресу CURRENT_DATE.

Примечание: сильно отличающаяся дата от реальной может привести к деградированию решения. Настройка является критичной для алгоритмов Ahrs, MagCal3D. А также для алгоритмов Nav и NavBaro при включении настройки USE_MAGNETOMETERS.

1.6 Использование магнитометров в коррекции навигации

Для того, чтобы угол курса корректировался по показаниям магнитометра, необходимо выставить флаг USE_MAGNETOMETERS. Данный флаг рекомендуется использовать только на низкодинамичных объектах в среде с невозмущенной магнитной обстановкой.

Примечание: важно качественно откалибровать магнитометры перед включением этого флага. В противном случае точность решения может сильно отличаться от заявленной.

1.7 Плечо до СНС антенны

Для верной работы алгоритмов навигации необходимо указать плечо до СНС антенны.

Плечо задается в приборных осях датчика (при вычислении плеча необходимо учесть матрицу ROTATION_MATRIX).

1.8 Плечо до центра задней оси автомобиля

Для верной работы алгоритмов коррекций по неголономным ограничениям необходимо указать плечо до центра задней оси автомобиля.

Плечо задается в приборных осях датчика (при вычислении плеча необходимо учесть матрицу ROTATION_MATRIX).

ВАЖНО! Например, если ROTATION_MATRIX = 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, то плечо стоит задавать в осях датчика с габаритного чертежа. В ином случае исходные оси поворачиваются на ROTATION_MATRIX, и задавать плечо стоит уже в новых осях.

НАСТРОЙКА АЛГОРИТМОВ

НАСТРОЙКА	АЛГОРИТМ						
	Nav	NavBaro	NavAuto	Ahrs	Vru	MagCal3D	
GYRO_CALIB	?	?	?	?	?	-	
EXTERNAL_COMNAV	?	?	?	-	-	-	
USE_MAGNETOMETER	?	?	-	-	-	-	
EXTERNAL_GNSS	?	?	?	-	-	-	
EXTERNAL_BAROMETER	-	?	-	-	-	-	
INITIAL_LOCATION	-	-	-	-	?	-	
CURRENT_DATE	?	?	-	+	-	+	
TYPICAL_LATITUDE	+	+	+	+	+	+	
TYPICAL_LONGITUDE	+	+	+	+	+	+	
TYPICAL_HEIGHT	+	+	+	+	+	+	
INIT_HEADING	-	-	-	-	?	-	
ANTENNA_DISTANCE	+	+	+	-	-	-	
REAR_DISTANCE	-	-	+	-	-	-	

Обозначения:

- игнорируется

+ обязательная настройка

? опциональная настройка

ЗАДЕРЖКА И СИНХРОНИЗАЦИЯ

Для точного определения навигационных параметров необходимо учитывать возникающую задержку между отправкой решения и реальным временем.

1 Синхронизация

Для синхронизации внутренних часов с внешними часами предусмотрен синхросигнал SYNC. Выход настраивается при помощи регистра SYNC_MODE.

0x00 - синхросигнал выставляется в "1" при поступлении сигнала готовности данных кадра АЦП. Опускается в "0", когда эти данные откалиброваны и лежат в регистрах.

Первый пакет данных, отправленный после выставления фронта, считается актуальным в момент времени выставления фронта.

Также есть возможность получать сигнал PPS от внутреннего ГНСС приемника при его наличии, прописав значение 0x01. Синхросигнал выставляется в "1" при поступлении сигнала PPS от GNSS. Опускается в "0", когда данные от GNSS разобраны и записаны в регистры.

2 Компенсация задержки решения

Для компенсации задержки решения относительно реального времени необходимо воспользоваться синхросигналом, описанным выше.

Помимо оцененной задержки на внутреннюю обработку, необходимо учесть постоянную задержку, но зависящую от частоты выдачи прибора:

- для 400 Гц: 0,001375 с;
- для 2000 Гц: 0,000375 с (FAST_MODE).

Например, на часах пользователя в момент выставления синхросигнала было время 10,25 с. Частота работы прибора 400 Гц. Пакет данных пришел в момент времени 10,252 с. Задержка относительно синхросигнала 0,002 с. Абсолютная задержка: 0,002 с + 0,001375 с = 0,003375 с. Данные из этого пакета были актуальны в момент времени 10,252 с - 0,003375 с = 10,248625 с.

УСКОРЕННАЯ ВЫДАЧА ДАННЫХ (КРОМЕ МК-1)

Стандартная частота выдачи данных для серии приборов А1, В1, К1, Н1, НВ1 составляет 400 Гц. Это означает, что навигационное решение и данные датчиков обновляются 400 раз в секунду.

Если необходимо повысить частоту выдачи инерциальных данных, можно воспользоваться режимом быстрой выдачи, прописав в регистр FAST_MODE нужное значение.

При включённом режиме быстрой выдачи датчик отправляет только откалиброванные данные, при этом алгоритмы внутри прибора находятся в нерабочем состоянии. Основной порт автоматически настраивается на скорость 1500000, на выход поступает только пользовательский пакет в следующей конфигурации: SYSTEM_TIME, DEV_STATUS, CALIB_ACC, CALIB_GYRO, CALIB_MAG, BAR_PRESS (адреса регистров: 129, 128, 143-152).

ВНЕШНЯЯ КОРРЕКЦИЯ (КРОМЕ МК1)

В приборе предусмотрен функционал, позволяющий через дополнительный порт RS-485_B производить коррекцию решения при помощи внешнего СНС решения или внешней барометрической высоты.

1 Коррекция внешним СНС приемником

Для коррекции с помощью внешней информации необходимо выставить флаг EXTERNAL_GNSS в 0x01. Тогда информация от внутреннего СНС приемника будет замещаться на информацию от внешнего.

Доступны 2 варианта коррекции (регистр EXTERNAL_COMNAV):

- 0x00, прописывание в регистры информации в проприетарном виде;
- 0x01, прием сообщений BESTPOS BESTVEL приемника ComNav.

Рекомендуемая частота обновления данных 5 Гц.

2 Коррекция внешним барометром

Для коррекции с помощью внешней информации необходимо выставить флаг EXTERNAL_BAROMETER в 0x01. Тогда информация от внутреннего баровысотомера будет замещаться на информацию от внешнего.

В данном случае возможен только вариант коррекции с помощью проприетарного протокола. Рекомендуемая частота обновления данных - 10 Гц.

ВАЖНО! При использовании проприетарного протокола необходимо каждый раз обновлять все 8 регистров EXT_GNSS_LAT, EXT_GNSS_LON, EXT_GNSS_HEI_SOG_COG_vVEL, EXT_BAR_ALT за одну запись. Независимо от того, используется ли в коррекции внешняя барометрическая высота или внешний СНС. В противном случае прибор будет считать, что данные не обновились. Обновление регистров EXT_LAT_LON_HEI_SOG_VVEL_BAR_SD опционально, при наличии достоверной информации о точности измерений. Если используется только информация от внешнего СНС, значение EXT_BAR_ALT можно заполнить 0. И наоборот, при использовании только внешнего барометра, заполнение регистров EXT_GNSS носит характер индикатора заполнения пакета и их можно заполнять 0.

УСТАНОВКА ПРИБОРА

Для наилучшего решения, которое может обеспечить устройство, необходимо соблюдать следующие требования и рекомендации по установке датчика на объект:

Требования к установке

1. Датчик надежно закреплен на объекте;
2. Датчик установлен в месте с низким уровнем вибраций;
3. Температура окружающей среды не выходит за рамки заявленных рабочих температур.

Рекомендации к установке

1. При установке устройства в место с высоким уровнем вибраций, рекомендуется использовать демпфирующие конструкции, понижающие уровень воздействия вибраций;
2. Рекомендуется размещать устройство в места с наиболее стабильной и однородной температурной обстановкой. Данный факт способствует наиболее стабильным показаниям датчиков, следовательно, наилучшему решению.

При использовании магнитометра накладываются дополнительные ограничения и рекомендации:

1. Чем дальше прибор от магнитных масс, тем больше надежность показаний магнитометра;
2. Не стоит устанавливать прибор рядом с металлическими объектами, которые могут быть намагничены. Это приведет к деградации калибровки магнитометров со временем;
3. Если прибор не удается расположить вдали от металлических объектов, то следует его расположить как можно дальше от углов и ребер данного объекта. Это связано в том, что в этих местах искажение магнитного поля имеет наибольший характер как по модулю, так и по градиенту.

Примечание: магнитометры стоит калибровать при каждой смене конфигурации объекта или переносе прибора в другое место установки.

ОПИСАНИЕ ЦИФРОВОГО ИНТЕРФЕЙСА

Настройки интерфейса по умолчанию

BaudRate = 921600
 Контроль четности = нет
 Стоп-бит = 1
 Биты данных = 8
 Аппаратное управление потоком = нет

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, СТРУКТУРА ПАКЕТОВ

Процесс передачи данных между клиентом и Н1 происходит с помощью пакетов, которые имеют структуру, описанную ниже:

Поле	Длина поля	Описание
preamble	1 байт	Преамбула. Индикатор начала пакета. Имеет значение 0xFB
dev_adr	1 байт	Адрес устройства. В случае единственного устройства на шине используется адрес 0xFF, по умолчанию 0x01
reg_adr	1 байт	Адрес первого регистра для чтения или записи. 0x00...0xFE. Значение 0xFF зарезервировано для опции USER_PACKAGE. Значения reg_adr при len = 0 обозначают статус выполнения операции записи: 0x00 - нет ошибок, 0xFF - ошибка
len	1 байт	Количество регистров, принимает значения 0...127, 0 - для сервисных пакетов. Старший бит является флагом чтения/записи: 1 - запись, 0 - чтение

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, СТРУКТУРА ПАКЕТОВ

Поле	Длина поля	Описание
register	4*len байт	Поле данных, 32-битные регистры для записи. При чтении или сервисном пакете поле остается пустым. Данные передаются в little-endian порядке
CRC	1 байт	Контрольная сумма, циклический избыточный код CRC-8 с полиномом 0x31, например, для запроса на чтение ID NUMBER (0xFB 0x01 0x00 0x01) CRC = 0x79

Пример кода для подсчёта контрольной суммы

```

unsigned crc8(void const *mem, size_t len) {
    unsigned char const *data = mem;
    if (data == NULL) return 0xff;
    uint8_t crc = 0xFF;
    while (len--)
    {
        crc ^= *buf++;
        for(int i = 0; i < 8; i++)
            crc = crc & 0x80 ? (crc << 1) ^ 0x31 : crc << 1;
    }
    return crc;
}
    
```

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, РЕГИСТРЫ

ID_NUMBER, адрес: 0 (0x00)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0x11101004	R	Идентификационный номер устройства

FW_VERSION, адрес: 1 (0x01)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0x00000001	R	Версия программного обеспечения устройства

SAVE_AND_RESET, адрес: 2 (0x02)

При записи нескольких регистров перезапуск будет произведен после обработки всех регистров. Сбрасывается к состоянию по умолчанию после перезапуска.

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:5	0x00	R/W	Зарезервировано.
4	0x00	R/W	GNSS_SAVE, сохранение базы ГНСС для горячего пуска (сброс ГНСС игнорируется). После установки флага начинается процесс выгрузки базы данных с ГНСС и сохранения базы на внутреннюю память устройства при перезапуске. Во время выгрузки базы устройство продолжает работать в штатном режиме. В случае установки флага при неактивном ГНСС операция будет выполнена после выхода ГНСС в работу (в это время можно перезаписать регистр и отменить операцию).
3	0x00	R/W	GNSS_RESET, сброс базы данных GNSS при перезапуске.
2	0x00	R/W	FACTORY_RESET, сброс к настройкам по умолчанию. При установке флага игнорируется SAVE.
1	0x00	R/W	SAVE, сохранить регистры перед перезагрузкой. При перезагрузке происходит сохранение конфигурации.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, РЕГИСТРЫ

SAVE AND RESET, адрес: 2 (0x02) продолжение

Биты	Значение	Доступ	Описание
0	0x00	R/W	RESET, перезагрузка устройства. После перезагрузки устройство запускается с последней сохраненной конфигурацией. После установки флага запись в регистр игнорируется. В зависимости от комбинации флагов процесс перезапуска может занимать до нескольких секунд. Перезапуск произведен, когда чтение данного регистра возвращает значения по умолчанию.

CONTROL_0, адрес: 3 (0x03)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:30	0x00	R/W	Зарезервировано.
29:28	0x00	R/W	SYNC_MODE, 0x00 - синхросигнал готовности инерциальных данных, 0x01 - PPS от внутреннего ЧС приемника при его наличии.
27:25	0x00	R/W	FAST_MODE, режим повышенной частоты выдачи данных. 0x00 - режим выключен, 0x01 - зарезервировано, 0x02 - частота выдачи 2кГц, 0x03 - зарезервировано.
24:23	0x02	R/W	PORT_SPEED_A, скорость серийного порта (основной). 0x00 - 3000000 бод; 0x01 - 1500000 бод; 0x02 - 921600 бод; 0x03 - 460800 бод.
22:20	0x00	R/W	GYRO_FILTER, ФНЧ-фильтр для гироскопов: 0x00 - фильтр выключен, 0x01 - срез 160 Гц.
19:17	0x00	R/W	ACC_FILTER, ФНЧ-фильтр для акселерометров: 0x00 - фильтр выключен, 0x01 - срез 280 Гц.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, РЕГИСТРЫ

CONTROL_0, адрес: 3 (0x03) продолжение

Биты	Значение	Доступ	Описание
16	0x00	R/W	GYRO_CALIB, калибровка гироскопов в начале запуска. 0x00 - калибровка не применяется, 0x01 - калибровка в течение времени CORRECTION_TIME, но не менее 1 сек. <i>Примечание: прибор должен быть неподвижен в течение времени CORRECTION_TIME.</i>
15:11	0x0A	R/W	CORRECTION_TIME, время калибровки гироскопов в секундах. Тип данных: uint.
10	0x01	R/W	CONVERSION, формат вывода угловой скорости: 0x00 - рад/сек, 0x01 - градус/сек.
9	0x00	R/W	USER_PACKAGE_MODE, режим вывода пользовательского пакета: 0x00 - одиночный, 0x01 - непрерывный. При непрерывной выдаче запросы на чтение игнорируются, и сервисные пакеты в ответ на запись не выдаются, кроме случая записи 1 в RESET.
8	0x00	R/W,CR	USER_PACKAGE, запрос пользовательского пакета. В одиночном режиме сбрасывается после выполнения. В непрерывном режиме включает и выключает отправку пакетов. При включении опции в ответ приходит пакет с reg_adr = 0xAA, len = N, где N количество идущих подряд ненулевых адресов в регистрах USER_PACKAGE (22 - 53). В теле пакета приходят регистры из набора адресов указанных в USER_PACKAGE регистрах. Нулевой адрес является концом набора.
7:0	0x01	R/W	DEVICE_ADDRESS, адрес устройства.

CONTROL_1, адрес: 4 (0x04)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:12	0x00	R/W	Зарезервировано
11	0x00	R/W	EXTERNAL_COMNAV, 0x00 - используются регистры внешней коррекции, 0x01 - BESTPOS BESTVEL сообщения приемника COMNAV.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, РЕГИСТРЫ

CONTROL_1, адрес: 4 (0x04) продолжение

Биты	Значение	Доступ	Описание
10	0x00	R/W	GNSS_RESET_MODE, 0x00 - холодный старт, 0x01 - горячий. При горячем старте используется сохраненная база GNSS. При отсутствии или устаревании базы происходит холодный пуск.
9:6	0x00	R/W	ALGORITHM_MODE, режим работы прибора: 0x00 - Nav; 0x01 - NavBaro; 0x02 - Ahrs; 0x03 - Vru; 0x04 - MagCal3D; 0x05 - NavAuto. <i>Примечание: параметры калибровки необходимо сохранить при помощи команды SAVE во время работы алгоритма. В противном случае оценки будут утеряны при переходе на другие режимы работы.</i>
5	0x00	R/W	USE_MAGNETOMETER, 0x00 - не использовать, 0x01 - использовать. Применение измерений магнитометра для коррекции угла курса в алгоритмах Nav, NavBaro. <i>Использовать только при условии качественной калибровки магнитометров на объекте носителя через MagCal3D.</i>
4	0x00	R/W	EXTERNAL_GNSS, 0x00 - внутренний ГНСС, 0x01 - внешний, информация от внутреннего ГНСС модуля заменятся на информацию от внешнего.
3	0x00	R/W	EXTERNAL_BAROMETER, 0x00 - внутренний барометр, 0x01 - внешний барометр.
2	0x00	R/W	INITIAL_LOCATION, 0x00 - не учитывать начальное значение угла курса. 0x01 - учитывать начальное значение угла курса INIT_HEADING.
1:0	0x03	R/W	PORT_SPEED_B, Скорость серийного порта (дополнительный, внешняя коррекция). 0x00 - 921600 бод; 0x01 - 460800 бод; 0x02 - 115200 бод; 0x03 - 38400 бод.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, РЕГИСТРЫ

ROTATION_MATRIX, адрес: 5-13 (0x05-0x0D)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	1,0,0,0,1,0,0,0,1	R/W	Элементы 3x3 матрицы поворота исходных осей по порядку 1:1;2...3:2,3:3. Размерность: б/р. Тип данных: float.

CURRENT_DATE, адрес: 14 (0x0E)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:21	-	R/W	Зарезервировано.
20:9	2022	R/W	Год. Тип данных: uint (младшие 12 байт).
8:5	1	R/W	Месяц. Тип данных: uint (младшие 4 байт).
4:0	1	R/W	День. Тип данных: uint (младшие 5 байт).

TYPICAL_LATITUDE, адрес: 15 (0x0F)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	55	R/W	Широта WGS 84. Размерность: градус. Диапазон: ±90 градусов. Тип данных: float.

TYPICAL_LONGITUDE, адрес: 16 (0x10)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	35	R/W	Долгота WGS 84. Размерность: градус. Диапазон: ±180 градусов. Тип данных: float.

TYPICAL_HEIGHT, адрес: 17 (0x11)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R/W	Высота WGS 84. Размерность: метр. Тип данных: float.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, РЕГИСТРЫ

INIT_HEADING, адрес: 18 (0x12)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R/W	Начальный курс. Размерность: градус. Диапазон: ±180 градусов. Тип данных: float.

ANTENNA_DISTANCE, адрес: 19-21 (0x13-0x15)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0	R/W	Вектор смещения СНС антенны от центра датчика в приборных осях. Размерность: метр. Тип данных: float

USER_PACKAGE, адрес: 22-53 (0x16-0x35)

Адресное пространство N[0:31], где N=0 для адреса 22 и N=31 для адреса 53

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:24	70,69,84-97,111-129	R/W	Адрес регистра, (N*4+3) место в очереди отправки.
23:16	70,69,84-97,111-129	R/W	Адрес регистра, (N*4+2) место в очереди отправки.
15:8	70,69,84-97,111-129	R/W	Адрес регистра, (N*4+1) место в очереди отправки.
7:0	70,69,84-97,111-129	R/W	Адрес регистра, (N*4+0) место в очереди отправки.

ПРИМЕЧАНИЕ: Каждые 8 бит каждого 32-х битного слова USER_PACKAGE означает адрес регистра, который будет присутствовать в выдаче при запросе пользовательского пакета в порядке следования этих адресов. Очередь адресов должна всегда заканчиваться нулем для корректной работы. Пример: в регистрах USER_PACKAGE записана последовательность байт 0x1 0x1 0x1 0x1 0x0, (младший байт в младшем адресе), тогда при установке флага USER_PACKAGE в регистре CONTROL_0 прибор выдаст следующую последовательность байт: preamble, dev_adr, 0xFF, len, FW_VERSION, FW_VERSION, FW_VERSION, FW_VERSION, CRC, где len = 4 для данного примера.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, РЕГИСТРЫ

GYRO_CALIBRATION_BIAS, адрес: 54-56 (0x36-0x38)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	-	R	Зарезервировано. Размерность: рад/сек. Тип данных: float.

MAG_CALIBRATION_MATRIX, адрес: 57-65 (0x39-0x41)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	1,0,0,0,1,0,0,0,1	R/W	Элемент матрицы калибровочных коэффициентов мягкой намагниченности магнитометра 1:1,1:2 ... 3:2, 3:3. Размерность: б/р. Тип данных: float.

MAG_CALIBRATION_BIAS, адрес: 66-68 (0x42-0x44)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0	R/W	Калибровочные коэффициенты жесткой намагниченности магнитометра. Размерность: нТ. Тип: float.

REAR_DISTANCE, адрес: 69-71 (0x45-0x47)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0	R/W	Вектор смещения центра задней оси автомобиля от центра датчика в системе координат автомобиля. Размерность: метр. Тип: float.

DEV_STATUS, адрес: 128 (0x80)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:6	-	R	Зарезервировано
5	0	R	GNSS STATUS, состояние ГНСС приёмника: 1 - сбой или процесс получения данных, 0 - данные готовы для обработки.
4	0	R	BAROMETER STATUS, состояние барометра: 1 - сбой или процесс получения данных, 0 - данные готовы для обработки.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, РЕГИСТРЫ

DEV_STATUS, адрес: 128 (0x80) продолжение

3	0	R	MAGNETOMETER STATUS, состояние магнитометра: 1 - сбой или процесс получения данных, 0 - данные готовы для обработки.
2	0	R	ACCELEROMETER STATUS, состояние акселерометра: 1 - сбой или процесс получения данных, 0 - данные готовы для обработки.
1	0	R	ADC STATUS, состояние АЦП: 1 - сбой или процесс получения данных, 0 - данные готовы для обработки.
0	0	R	GYROSCOPE STATUS, состояние гироскопов: 1 - сбой или процесс получения данных, 0 - данные готовы для обработки.

SYSTEM_TIME, адрес: 129 (0x81)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R	Системное время процессора в количестве тактов с частотой 100кГц от включения прибора. Размерность: 10мкс на единицу. Тип данных: uint.

RAW_ACC, адрес: 130-132 (0x82-0x84)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0	R	Некалиброванные данные с акселерометров по осям X,Y,Z. в кодах ацп. Тип данных: int.

RAW_GYRO, адрес: 133-135 (0x85-0x87)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0	R	Некалиброванные данные с гироскопов по осям X,Y,Z в кодах АЦП. Тип данных: int.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, РЕГИСТРЫ

RAW_MAG, адрес: 136-138 (0x88-0x8A)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0	R	Некалиброванные данные с магнитометров по осям X,Y,Z в кодах АЦП. Тип данных: int.

ACC_TEMP, адрес: 139 (0x8B)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R	Температура акселерометров Размерность: градус Цельсия. Тип данных: float.

GYRO_TEMP, адрес: 140-142 (0x8C-0x8E)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0	R	Температура гироскопов по осям X,Y,Z. Размерность: градус Цельсия. Тип данных: float.

CALIB_ACC, адрес: 143-145 (0x8F-0x91)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0	R	Откалиброванные данные акселерометров по осям X,Y,Z. Размерность: м/с Тип данных: float.

CALIB_GYRO, адрес: 146-148 (0x92-0x94)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0	R	Откалиброванные данные гироскопов по осям X,Y,Z. Размерность: градус/сек или радиан/сек, в зависимости от настройки CONVERSION. Тип данных: float.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, РЕГИСТРЫ

CALIB_MAG, адрес: 149-151 (0x95-0x97)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0	R	Откалиброванные данные магнитометров по осям X,Y,Z. Размерность: нТ. Тип данных: float.

BAR_PRESS, адрес: 152 (0x98)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R	Внутреннее давление от барометра. Размерность: Паскаль. Тип данных: float.

BAR_ALT, адрес: 153 (0x99)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R	Барометрическая высота. Размерность: метр. Тип данных: float.

HPR, адрес: 154-156 (0x9A-0x9C)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0	R	Курс, крен, тангаж (heading, pitch, roll). Размерность: градус. Тип данных: float.

QUAT, адрес: 157-160 (0x9D-0xA0)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0, 0	R	Элементы кватерниона ориентации в порядке 0, 1, 2, 3. Размерность: б/р. Тип данных: float. <i>Примечание: скалярной части кватерниона соответствует элемент с индексом 0. Кватернион определен с точностью до знака.</i>

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, РЕГИСТРЫ

ORIENTATION_MATRIX, адрес: 161-169 (0xA1-0xA9)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, ..., 0	R	Элемент матрицы ориентации в порядке 1:1, 1:2, ..., 3:2, 3:3. Размерность: б/р. Тип данных: float.

VELOCITY, адрес: 170-172 (0xAA-0xAC)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0	R	Вектор скорости в осях трехгранника ENU. Размерность: м/с. Тип данных: float.

LATITUDE, адрес: 173-174 (0xAD-0xAE)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R	Широта WGS 84. Младшие - старшие 32 бита. Размерность: градус. Диапазон: ±90. Тип данных: double.

LONGITUDE адрес: 175-176 (0xAF-0xB0)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R	Долгота WGS 84. Младшие - старшие 32 бита. Размерность: градус. Диапазон: ±180. Тип данных: double.

HEIGHT адрес: 177 (0xB1)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R	Высота над эллипсоидом WGS 84. Размерность: метр. Тип данных: double.

GNSS_LATITUDE, адрес: 178-179 (0xB2-0xB3)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R	Широта WGS 84 решения СНС. Младшие - старшие 32 бита. Размерность: градус. Диапазон: ±90. Тип данных: double.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, РЕГИСТРЫ

GNSS_LONGITUDE, адрес: 180-181 (0xB4-0xB5)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R	Долгота WGS 84 решения СНС. Младшие - старшие 32 бита. Размерность: градус. Диапазон: ±180. Тип данных: double.

GNSS_HEI_SOG_COG_vVEL, адрес: 182-185 (0xB6-0xB9)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, ..., 0	R	Высота WGS 84; горизонтальная скорость; путевой угол, вертикальная скорость от СНС. Размерности: метр, км/ч, градус, м/с. Тип данных: float.

GNSS_VELOCITY, адрес: 186-188 (0xB7-0xBC)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0	R	Вектор скорости в осях трехгранника ENU. Размерность: м/с. Тип данных: float.

GNSS_LAT_LON_HEI_SD, адрес: 189-191 (0xBD-0xBF)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0, 0, 0	R	СКО широты, долготы и высоты СНС решения. Размерность: метр. Тип данных: float.

GNSS_FLAG, адрес: 192 (0xC0)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R	0 - решение не готово, 1 - решение готово.

GNSS_LATENCY, адрес: 193 (0xC1)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R	Задержка скоростного решения СНС. Размерность: сек. Тип данных: float.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОТОКОЛ, РЕГИСТРЫ

GNSS_TIME, адрес: 194 (0xC2)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R	Время внешнего GNSS в формате десятичного значения времени из сообщения GPNAV (NMEA протокол).

MAG_CAL_QUALITY, адрес: 195 (0xC3)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	R	Уровень качества калибровки магнитометров. Размерность: б/р. Диапазон 0- 100. Тип данных: uint.

SOLUTION_SD, адрес: 196-204 (0xC4-0xCC)

Биты	Значение	Доступ	Тип
31:0	0, ..., 0	R	Точность решения алгоритмов навигации: LATITUDE, размерность: метр; LONGITUDE, размерность: метр; HEIGHT, размерность: метр; VELOCITY (EAST), размерность: м/с; VELOCITY (NORTH), размерность: м/с; VELOCITY (UP), размерность: м/с; HEADING, размерность: градус; PITCH, размерность: градус; ROLL, размерность: градус; Тип данных: float.

TEST_MAG, адрес: 205-207 (0xCD-0xCF)

Биты	Значение	Доступ	Тип
31:0	0	R	Тестовые данные с магнитометра по осям датчика внутри прибора X,Y,Z. Размерность: б/р. Тип данных: float.

РЕГИСТРЫ ВНЕШНЕЙ КОРРЕКЦИИ (RS-485_B)

EXT_GNSS_LAT, адрес: 0-1 (0x00-0x01)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	RW	Широта WGS 84 решения внешней СНС. Младшие - старшие 32 бита. Размерность: градус. Диапазон: ±90. Тип данных: double.

EXT_GNSS_LON, адрес: 2-3 (0x02-0x03)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	RW	Долгота WGS 84 решения внешней СНС. Младшие - старшие 32 бита. Размерность: градус. Диапазон: ±180. Тип данных: double.

EXT_GNSS_HEI_SOG_COG_vVEL, адрес: 4-7 (0x04-0x07)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	RW	Высота; горизонтальная скорость; путевой угол, вертикальная скорость от решения внешнего СНС. Размерности: метр, км/ч, градус, м/с. Тип данных: float. <i>Примечание: вертикальная скорость положительна в направлении от центра Земли.</i>

EXT_BAR_ALT, адрес: 8 (0x08)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0	RW	Внешняя барометрическая высота. Размерность: метр. Тип данных: float.


EXT_LAT_LON_HEI_SOG_VVEL_BAR_SD, адрес: 9-14 (0x09-0x0E)

Биты	Значение	Доступ	Описание
31:0	0.5 - для скорости, 1 - для остального	RW	Точность записываемых внешних данных: EXT_GNSS_LAT, EXT_GNSS_LON, EXT_GNSS_HEI, SOG, VVEL, BAR_ALT. Размерности: метр для координат, м/с для скорости. Тип данных: float.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

КУРСОВЕРТИКАЛЬ МК1
(НТРЕ.402131.010)



 НПП «ГИРОНАВ» Россия, Зеленоград, Сосновая аллея, 6с19
Тел.: (499) 397-73-38

 www.gyronav.ru info@gyronav.ru