

**РАЗРАБОТКА АППАРАТНОЙ ЧАСТИ УНИФИЦИРОВАННОЙ БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ  
ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С МАЛОГАБАРИТНЫМИ  
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

**Иванов А.В.<sup>1</sup>, Сафонова А.В.<sup>1</sup>**

**Научный руководитель – к.т.н. Кривых А.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Университет ИТМО

В работе рассмотрены основные этапы проектирования аппаратной части унифицированной бесплатформенной инерциальной навигационной системы с малогабаритными характеристиками, предназначение которого фиксирование и обработка траекторных параметров аппаратов.

**Ключевые слова:** БИНС, печатные платы, траекторные параметры.

### Введение

Для измерения информации об ориентации аппаратов в пространстве, пройденном пути необходимо специализированное оборудование: бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС). Основная функция БИНС получение навигационной информации объектов: ускорения, скорости движения, координаты местоположения объекта, углы курса, крена и тангажа. Для использования БИНС в различных сферах необходимо, чтобы аппаратная часть была малогабаритной, и унифицированной.

Для решения таких задач была поставлена цель – разработать аппаратную часть унифицированного БИНС с низким энергопотреблением для сбора, обработки и передачи траекторных параметров, которая будет удовлетворять заданным массогабаритным характеристикам. Аппаратурная часть БИНС должна иметь функции регистрации и хранения данных с различных чувствительных элементов.

### Модель

В таблице 1 представлены основные требования к разрабатываемому мини-регистратору.

Таблица 1 – Требования к мини-регистратору

Параметр	Требование
Габариты	Менее 50x20x20 мм или менее 20000 мм <sup>3</sup>
Масса	Менее 250 г
Интерфейс	I2C, SPI, UART, USB
Тип данных	Угловые и линейные ускорения, давление
Диапазон измерений	$\pm 2000$ °/с; $\pm 16$ g; от 0 до 1 МПа (100 м.вод.ст.)

По основным требованиям была разработана структурная схема аппаратной части БИНС представленная на рисунке 1.

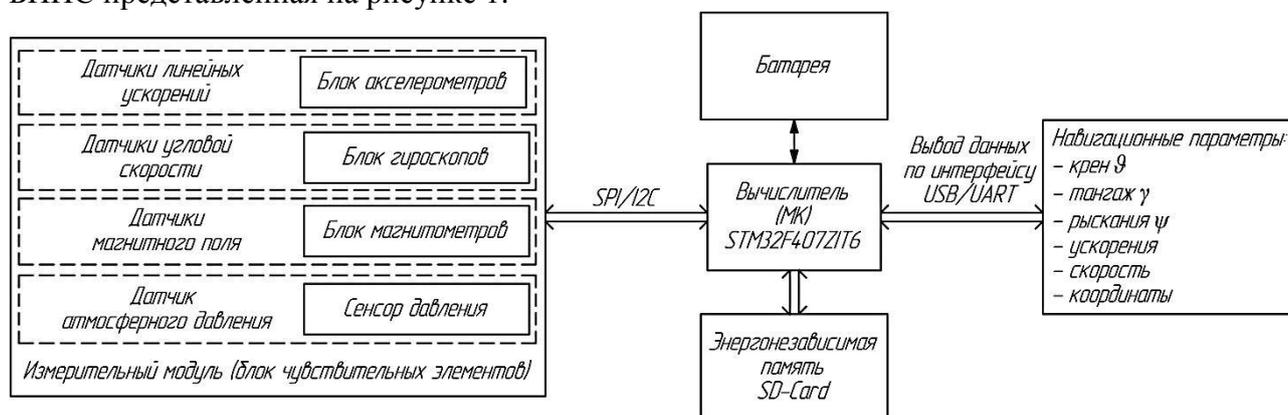


Рисунок 1 – Структурная электрическая схема аппаратной части БИНС

МК обрабатывает и регистрирует в энергонезависимую память параметры с датчиков по I2C интерфейсу. Полученные навигационные параметры можно получить по UART или USB интерфейсу. Основой аппаратной части БИНС стал многофункциональный 32-разрядный микроконтроллер STM32F407ZIT6.

### **Результаты**

По разработанной структурной схеме был проведен анализ необходимых элементов для разработки аппаратной части БИНС, а именно печатной платы. Критерием выбора необходимых элементов стали низкая стоимость и малые размеры. По результатам проведенного анализа в качестве чувствительных элементов были выбраны: акселерометр ADXL345, гироскоп ITG3200, трехосный цифровой магнитометр HMC5883L, датчик атмосферного давления BMP280. В соответствии с техническими требованиями и постановленными целями разработана принципиальная электрическая схема, спроектирована печатная плата. Размер печатной платы унифицирован для облегчения контактных приспособлений, а также с целью минимизации требуемых приспособлений. Между компонентами использовались проводники минимально возможной длины. Для уменьшения массо-габаритных характеристик применялась технология поверхностного монтажа.

Разработанная печатная плата представлена на рисунке 2.

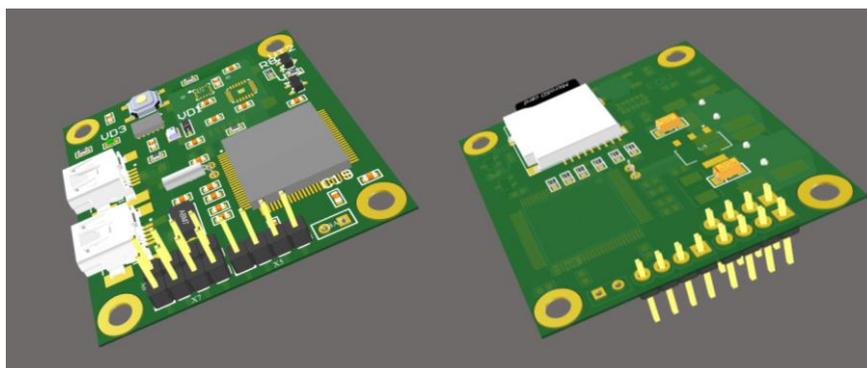


Рисунок 2 – Структурная электрическая схема аппаратной части БИНС

Разработанная печатная плата выполнена в соответствии с правилами конструирования радиоэлектронной аппаратуры. Разработанная печатная плата выполняет все заданные технические требования. Унифицированность достигается за счет малых габаритов печатной платы и использования широко распространенных разъемов и интерфейсов.

### **Заключение**

Разработанную аппаратную часть БИНС можно применять для фиксирования параметров движения объекта. Следует отметить, что разработка унифицированного малогабаритного БИНС актуальна и значима в области развития навигационных систем для малогабаритных аппаратов. Правильно разработанный БИНС не требует затрат при переходе от одного класса изделий к другому.

### **Литература**

1. Мелешко В.В. , Нестеренко О.И. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы. Учебное пособие. – Кировоград: ПОЛИМЕД – Сервис, 2011. – 171с.
2. Алешин Б.С. Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии. – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 424 с.