

## БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32

Авсяник Е.С., Деменковец Д.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Бранцевич П.Ю. – К.Т.Н., доцент

Предложена структура базового модуля принятия решений на основе экспериментальных данных, получаемых от микроконтроллера STM32. Рассмотрены принцип функционирования аппаратной части модуля и его составные элементы. Представлены примеры применения модуля.

Современные встроенные устройства в режиме реального времени получают информацию о состоянии различных объектов, осуществляют её обработку и принимают решения по формированию ответных управляющих или исполнительных воздействий. Такие цифровые устройства нашли широкое распространение и применение в различных областях, начиная со смартфона или фитнес браслета и заканчивая автоматизированными системами контроля и управления в промышленности.

Целью данного проекта стала разработка базового модуля регистрации цифровых сигналов от MEMS-датчика ускорения, GPS-модуля, датчика температуры, атмосферного давления с последующим определением параметров принятого сигнала и принятием соответствующих решений. Разработана архитектура программного средства модуля принятия решений, на базе которого возможно проектирование и построение различных прикладных систем.

Для получения исходных цифровых данных применяются первичные преобразователи, такие как GPS-датчик, преобразователь ускорения, гироскоп. После сбора первичной информации об исследуемом объекте, выполняет её обработка в соответствии с алгоритмами решаемых задач. Полученные такой системой результаты и данные могут быть входными для подсистем последующего более сложного анализа и принятия решений или непосредственно управлять блоками сигнализации или исполнительных действий.

Управляющий центр модуля микроконтроллер STM32 с вычислительным ядром Cortex-M3, первичными преобразователями и устройствами приведен на рис. 1. Для создания экспериментального прототипа модуля была выбрана отладочная плата STM32 Nucleo-F103RB. Максимальная тактовая частота работы микроконтроллера 72МГц. Для энергосбережения и обеспечения продолжительной работы модуля на одном заряде аккумулятора использовались режимы работы микроконтроллера stop и sleep, позволяющие на время остановить выполнение кода программы с сохранением состояния всех выводов, а затем продолжить работу с того места, где она остановилась [1].

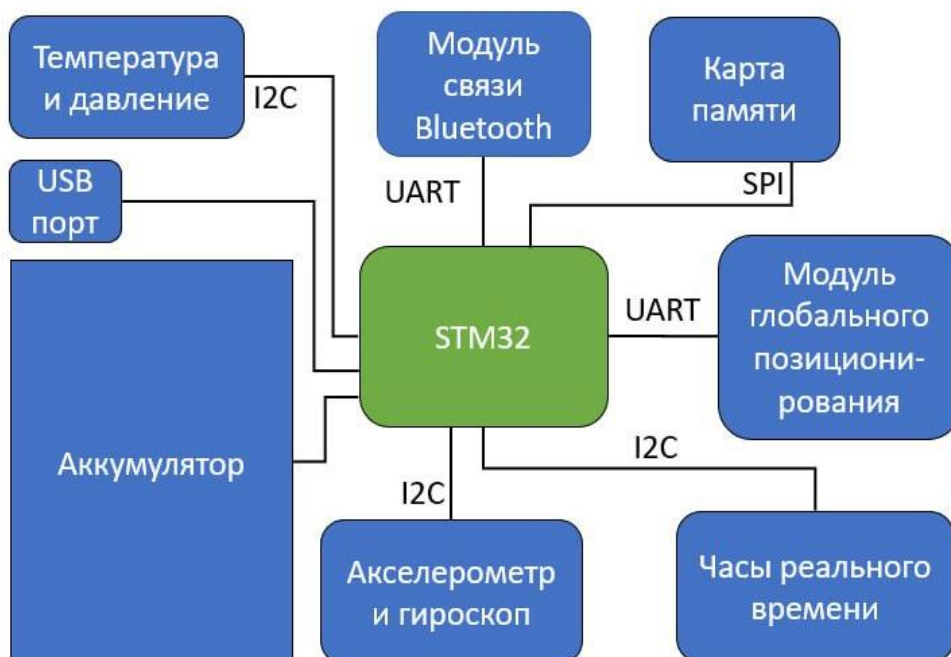


Рисунок 1 – Структурная схема устройства

Датчик температуры и давления (BMP180), модуль акселерометра и гироскопа (MPU6050), а также часы реального времени (DS3231) подключаются к микроконтроллеру по интерфейсу I2C. Данные передаются по двум линиям – линия данных и линия тактов. Каждое устройство распознается по уникальному адресу и может работать как передатчик или приёмник, в зависимости от назначения устройства.

Передача данных от модуля GPS к контроллеру и от контроллера к компьютеру выполняется по интерфейсу UART. Для определения местоположения устройства на карте в проекте используется GPS-модуль на базе чипа Neoway G7. Выбранный модуль принимает сигналы спутников глобального позиционирования – GPS, GLONASS и Galileo. Данные с GPS-модуля передаются на контроллер в формате текстовых сообщений NMEA.

Работа с SD-картой осуществляется по интерфейсу SPI с помощью библиотеки FatFS. Для одновременной работы нескольких устройств по данному интерфейсу была добавлена линия SS (Slave Select), при этом ведущее устройство одно – микроконтроллер STM32.

Эксплуатация устройства автономная, питание от аккумулятора. Для эффективной работы микроконтроллера используются режимы пониженного энергопотребления. При этом удалось сохранять заряд аккумулятора до нескольких дней.

Разработано программное средство, которое получает данные от устройства, обрабатывает их и визуализирует в графике, карте и 3D-модели. Программное средство выступает в качестве типового базового модуля принятия решений, на основе которого можно создавать более сложные системы принятия решений.

Модель базового модуля принятия решений изображена на рисунке 2, где  $f(x)$  и  $\varphi(\omega)$  – функции обработки параметров и характеристик объекта [2]. Функции могут рассчитывать среднееквадратичное значение, пик фактор, или другие характеристики сигналов. В качестве характеристик и параметров выступают данные, получаемые с устройства. При получении обработанных первичных характеристик, модуль  $\Psi_k$  принимает какое-либо решение в зависимости от поставленной задачи. Данное решение  $y_k$  может являться входом для следующих модулей принятия решений в другой системе.

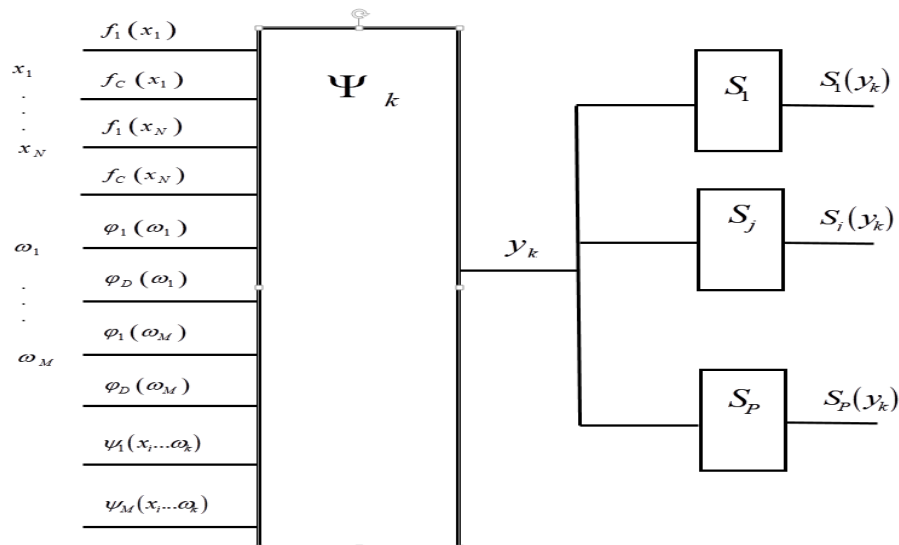


Рисунок 2 - Модель базового модуля принятия решений

Полученный прототип типового модуля принятия решений может применяться в различных автоматических или автоматизированных системах, например, в оценке вибросостояния механизмов и агрегатов, технического состояний автомобилей, качества дорожного покрытия, сохранности перевозимых грузов и других областях хозяйственной деятельности.

**Список использованных источников:**

1. Авсяник, Е. С. Программно-аппаратный модуль мониторинга перемещения движущихся объектов / Е. С. Авсяник, Д. В. Деменковец // Веб-программирование и интернет-технологии WebConf2021 : материалы 5-й Международной научно-практической конференции, Минск, 18-21 мая 2021 г. / Белорусский государственный университет ; редкол.: И. М. Галкин [и др.] – Минск, 2021. – С. 57–58.
2. Бранцевич, П. Ю. Проектирование сети принятия решений для систем вибрационной диагностики и автоматизации защиты=Decision network for systems vibration diagnosis and protection automation / Бранцевич П. Ю. // Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов: сборник статей 8-й

## 59-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР

*Международной научно-технической конференции, Могилев, 29-30 сентября 2022 г. / Белорусско-Российский университет  
; редкол.: М. Е. Лустенков [и др.]. – Могилев, 2022. – С. 49-56*