Как организовать исполнение пользовательских алгоритмов в устройстве на микроконтроллере

Всем привет! Меня зовут Вячеслав и я работаю программистом микроконтроллеров. В данном цикле статей я разберу нетривиальную, на мой взгляд, задачу исполнения пользовательских алгоритмов в устройствах на микроконтроллере (на примере контроллера MK66FN2M0xxx18 от NXP с ядром ARM Cortex-M7).

Задача интересна сама по себе, но основной задачей цикла статей является не сама задача, а освещение множества вопросов, с которыми можно столкнуться при разработке ПО под микроконтроллеры, и путей их решения. К сожалению, в сети сложно найти ответы на эти вопросы и зачастую приходится потратить много времени, чтобы найти ответ.

Для меня этот цикл является некоторой систематизацией знаний по данной тематике, но уверен, информация будет интересна как программистам микроконтроллеров, особенно начинающим, так и программистам, работающим с другими предметными областями.

Постановка задачи

У нас есть устройство на микроконтроллере, имеющее на борту различные физические каналы (аналоговые, дискретные) и интерфейсы (например, RS485). Каналы и интерфейсы далее будем называть периферией устройства. Работу с периферией устройства должен определять пользователь путем написания алгоритма в специализированной среде разработки. Алгоритм может быть реализован, например, с помощью графического языка программирования.

Устройство при этом может взаимодействовать с другими устройствами и передавать им информацию об алгоритме пользователя, например, значения переменных, используемых в алгоритме.

Такую задачу решают, к примеру, промышленные логические контроллеры (ПЛК). Инженеры-программисты АСУ ТП с помощью языков стандарта МЭК 61131-3 создают алгоритмы для системы управления под каждый конкретный объект для автоматизации технологического процесса. Алгоритм, написанный инженером-программистом, загружается в ПЛК, после чего ПЛК производит расчеты и проводит работу с периферией, а также взаимодействует с другими устройствами в соответствии с алгоритмом.