

КОМПАКТНЫЕ СЧЕТЧИКИ ЗАРЯЖЕННОЙ КОМПОНЕНТЫ КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ СРЕДСТВО ВЕРИФИКАЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОХОЖДЕНИЯ КЛ ЧЕРЕЗ АТМОСФЕРУ ЗЕМЛИ

Маурчев Е.А., Германенко А.В., Балабин Ю.В.

Данные для связи:

Полярный геофизический институт, г. Анатиты

E-mail: maurchev1987@gmail.com; Skype: equene1

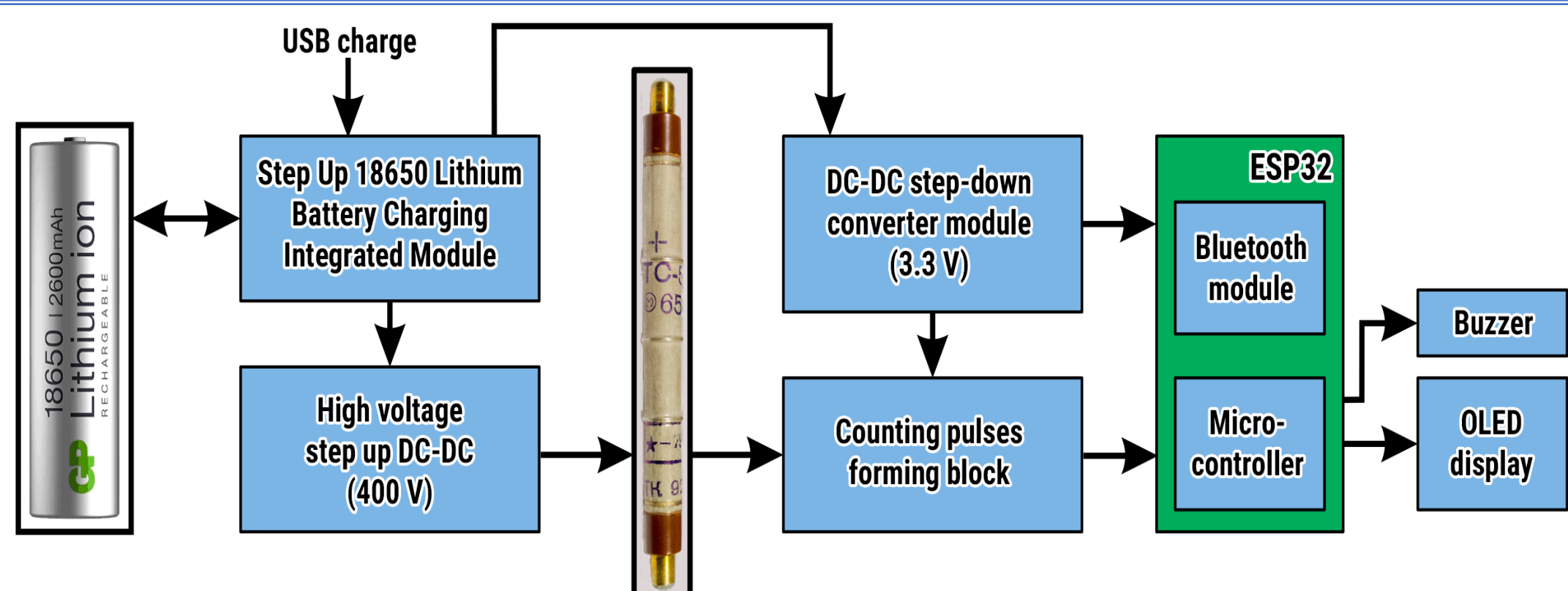
АБСТРАКТ

В ходе проведения эксперимента по созданию системы верификации программного комплекса RUSCOSMICS у используемого ранее детектора был выявлен существенный недостаток, который заключается в том, что его размеры далеки от компактных и транспортировка с целью проведения измерений на самолете становится весьма затруднительной, хотя и выполнимой. Также в старой модификации прибора запись скорости счета частиц из заряженной компоненты производится на SD-карту, а реализовать интерфейс передачи данных в режиме реального времени можно только при стационарном использовании через проводное соединение. В этой работе нами представлена реализация компактного детектора с системой сбора на базе микроконтроллера ESP32 и любого портативного устройства с платформой Android. Особенностью прибора является то, что данные могут записываться в память смартфона, откуда при подключении к сети Интернет могут автоматически быть отправлены в удаленную базу (в любом формате, например SQL). Для реализации функции связи детектора и мобильного устройства используется беспроводной канал передачи Bluetooth. Представлены типовые графики записи скорости счета с привязкой к координатам, полученным через GPS, а также схема взаимодействия с внешней базой данных.

ВВЕДЕНИЕ

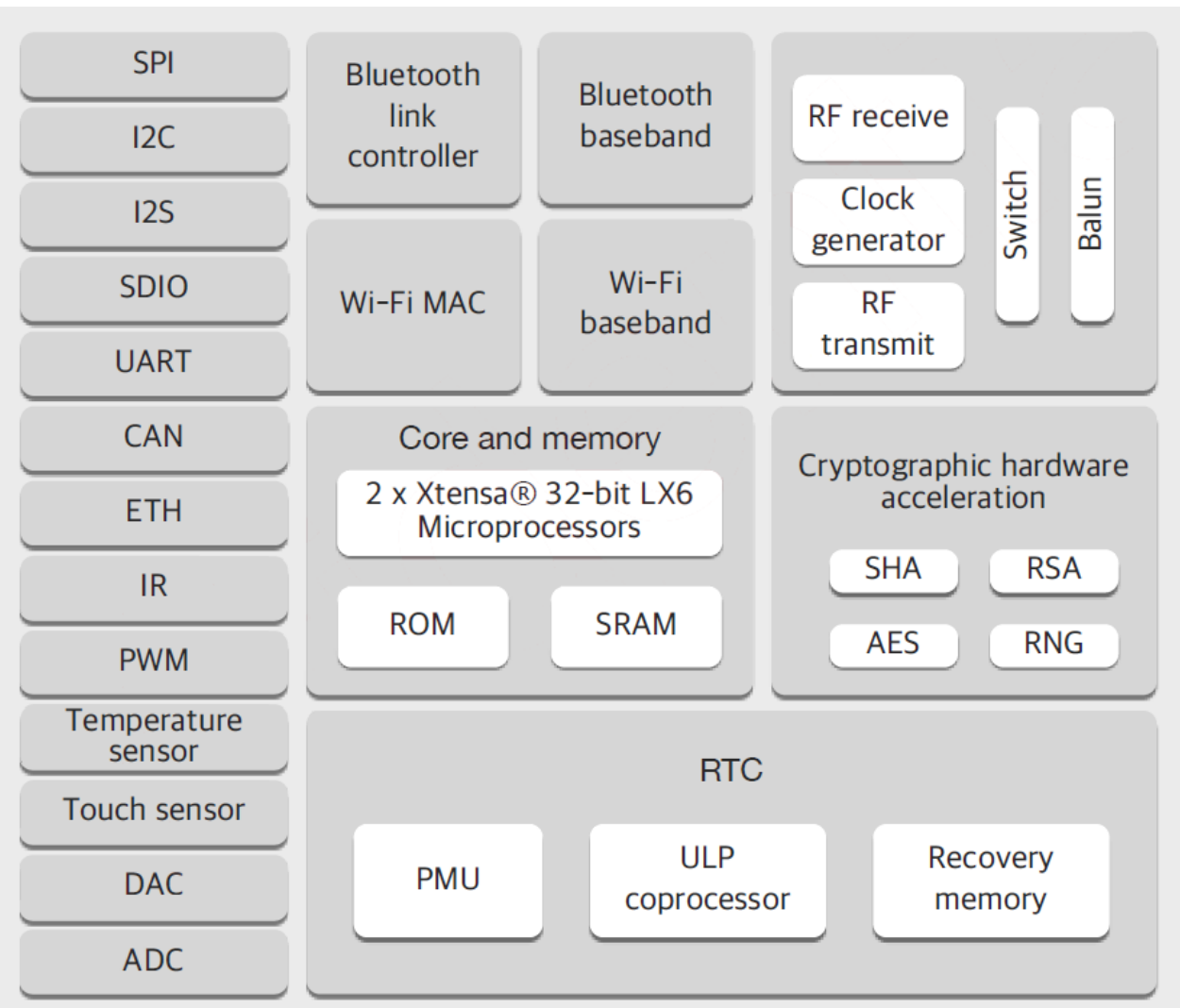
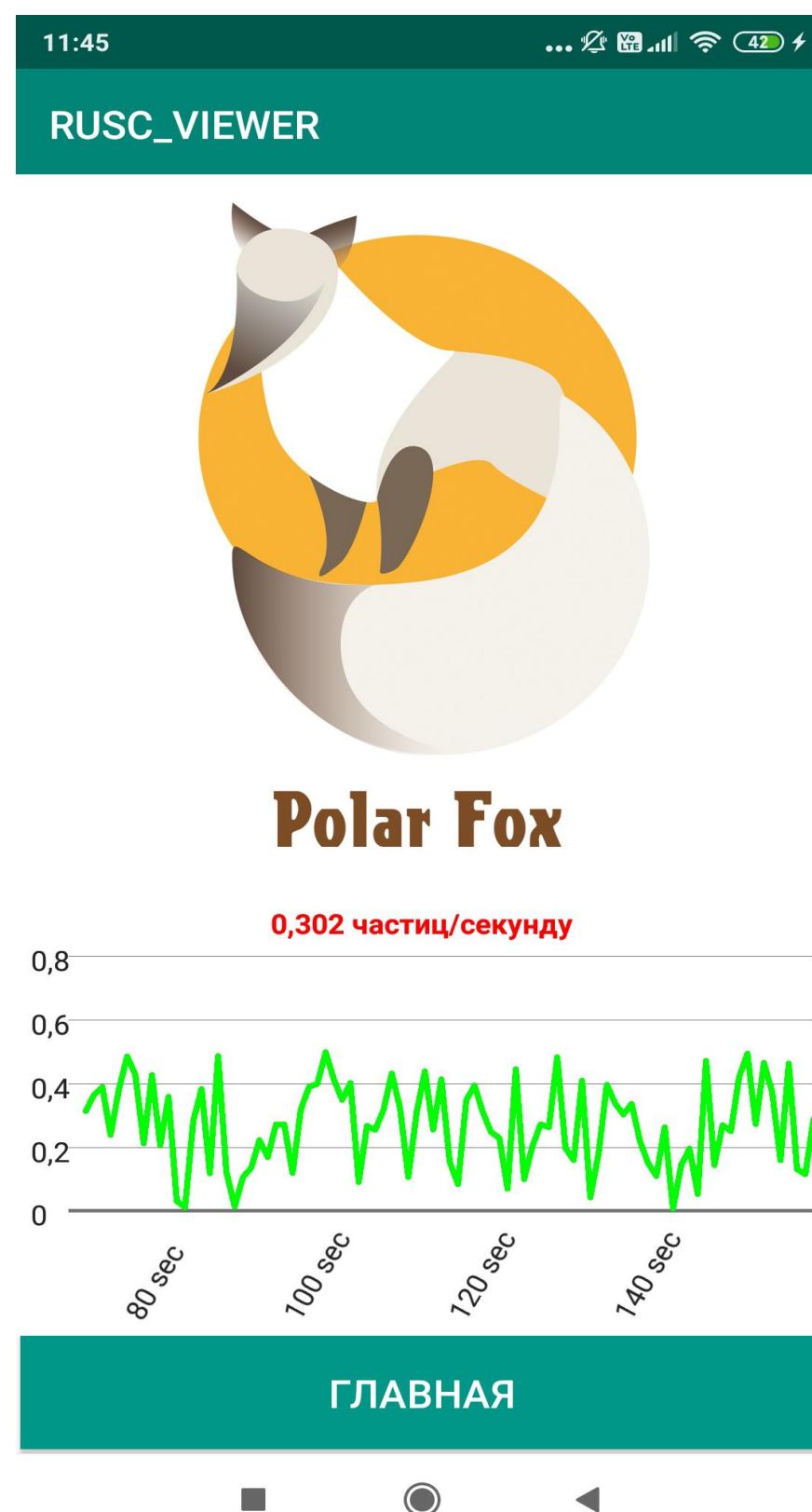
Ранее нами уже проводились работы по созданию детектирующего оборудования и проведению верификации вычислений [1, 2, 3]. В ходе решения этой задачи у существующего устройства был выявлен ряд недостатков, которые заключаются в том, что его размеры далеки от компактных и транспортировка с целью проведения измерений на самолете становится весьма затруднительной. Также в старой модификации запись собранной информации производится на SD-карту, а реализовать интерфейс передачи данных в режиме реального времени можно только при стационарном использовании [1], сохранение уже записанной в процессе какого-либо эксперимента производится вручную.

В этой работе нами представлен компактный детектор с системой сбора на базе микроконтроллера ESP32. Особенностью устройства является то, что данные записываются в память смартфона, откуда при подключении к сети Интернет могут автоматически быть отправлены в удаленную базу (в любом формате, например SQL). Для реализации функции связи детектора и мобильного устройства используется беспроводной канал передачи Bluetooth. При этом детектор выступает в роли сервера.



ПРИНЦИПАЛЬНАЯ БЛОК-СХЕМА. Питание всех узлов производится от LiIon аккумуляторной батареи серии 18650. Преобразование до нужного уровня, стабилизация выходного напряжения и заряд осуществляются при помощи специализированного модуля, имеющего удобный форм-фактор и функциональную компоновку (есть регулятор диапазона значений и разъем типа micro-USB). Рабочее напряжение счетчика (400 в) формируется модулем, состоящего из обыкновенного мультивибратора, преобразующего трансформатора, и умножителя. Блок формирователя счетных импульсов, необходимых для выполнения функции по прерыванию, использует опорное напряжение 3,3 вольта, безопасное для входов порта микроконтроллера. Их длительность составляет ~ 100 мкс. Сигнал передается на вход микроконтроллера типа ESP32, где регистрируется программным путем и сохраняется в массив. Каждое срабатывание счетчика сопровождается звуковым сигналом пьезоэлемента, который может быть по желанию отключен. Информация о текущем счете и количестве зарегистрированных частиц за минуту выводится на экран, также каждую секунду формируется пакет данных, который передается при помощи Bluetooth Low Energy любому доступному клиенту.

ФОТО ПРОТОТИПА

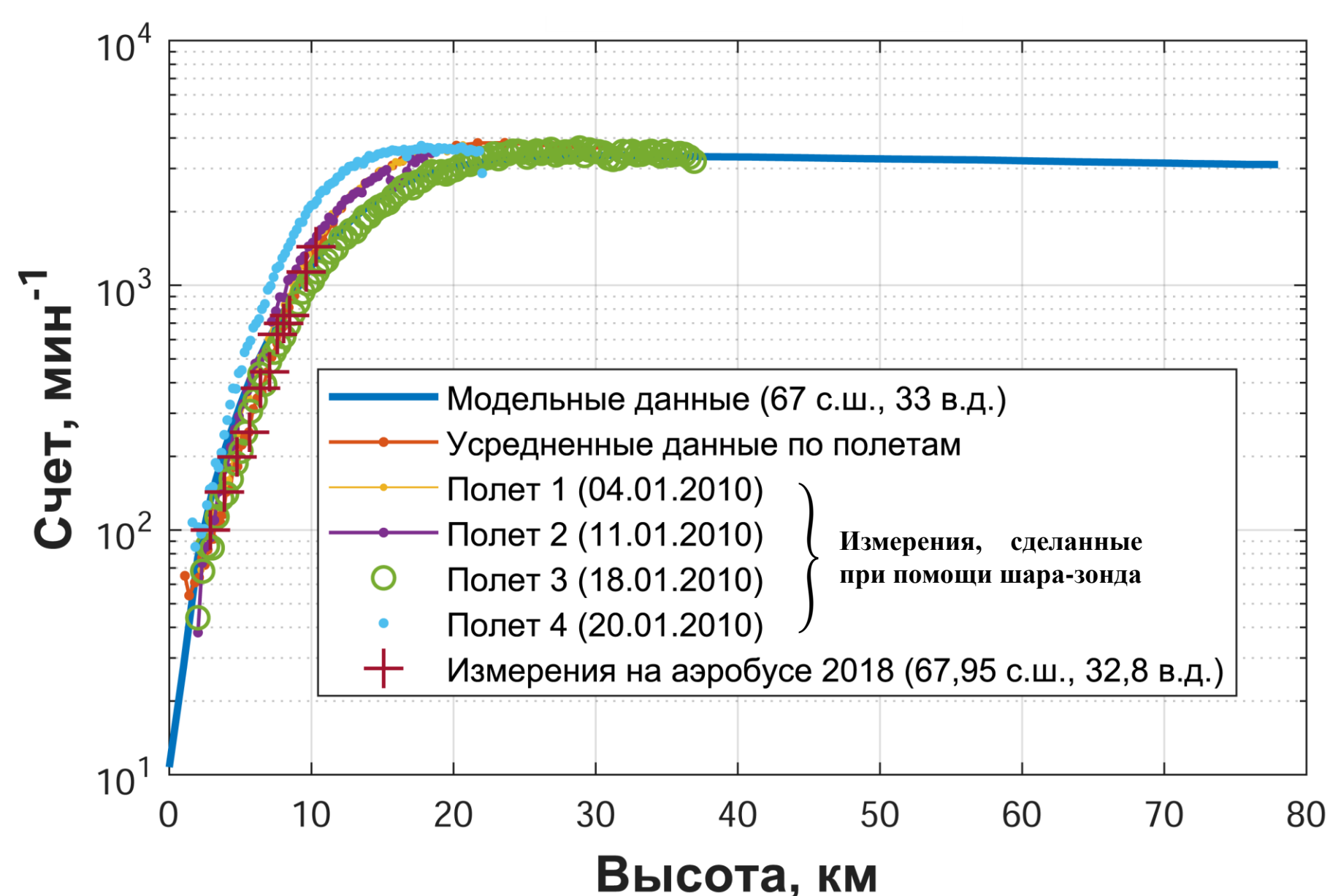


МИКРОКОНТРОЛЛЕР ESP32

Серия недорогих и компактных микроконтроллеров, имеющих широкий функционал и низкое энергопотребление. В качестве базы используется двухядерный микроконтроллерный процессор Tensilica Xtensa LX6 [4]. Система оснащена радиочастотными модулями и позволяет осуществлять передачу данных по WiFi и Bluetooth.

Некоторые особенности:

- Рабочее напряжение от 2,2 в до 3,6 В
- От -40 °C до + 125 °C рабочая температура
- Память типа SRAM: 512 КБ;
- Память типа Flash: 4 МБ;
- Частота внешнего осциллятора: до 60 МГц;
- Модули беспроводной связи Bluetooth, WiFi;
- Максимальная скорость передачи данных 150 Мбит/с при 11n HT40, 72 Мбит/с при 11n HT20, 54 Мбит/с @ 11g, и 11 Мбит/с при 11b;
- Максимальная мощность передачи 19,5 дБм @ 11b, 16,5 дБм @ 11 г, 15,5 дБм @ 11n;
- Минимальная чувствительность приемника-98 дБм;
- Устойчивая пропускная способность UDP 135 Мбит/с;



Сравнение высотных профилей скорости счета, полученных во время запуска шаров-зондов для разных периодов времени и проведения измерений на самолете, с результатами моделирования прохождения протонов ГКЛ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе этой работы был разработан и собран портативный счетчик Гейгера, работающий в режиме измерения интенсивности потока заряженных частиц, оснащенный современной системой сбора данных на базе функционального микроконтроллера ESP32, а также написано приложение на ОС Android, позволяющее в автоматическом режиме собирать данные, которые потом могут быть легко размещены при помощи API на любом подходящем сервере. Основной особенностью устройства является то, что в качестве основного канала связи для передачи информации используется модуль Bluetooth Low Energy. Совокупность использованных решений обеспечивает пользователя инструментом измерения, работающим в фоновом режиме и который может использоваться как мобильная, так и стационарная система регистрации фонового излучения. Авторы предполагают, что в следствии наличия у них возможности изготовления такого оборудования удастся построить сеть, наблюдающую за фоновым потоком вторичных частиц космического излучения для точек с различными географическими координатами.

Благодарность: Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-32-00626.

ССЫЛКИ

1. Маурчев Е.А., Германенко А.В., Михалко Е.А., Балабин Ю.В., Гвоздецкий Б.Б., ОЦЕНКА ВКЛАДА ПРОТОНОВ СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В СКОРОСТЬ ИОНИЗАЦИИ ВЕЩЕСТВА АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ И СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ВЫСОТНЫХ ПРОФИЛЕЙ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ ДЛЯ СЛУЧАЕВ ВЫСОКОЙ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ, Фундаментальные и прикладные космические исследования XVI Конференция молодых учёных : сборник трудов. Сер. "Механика, управление и информатика" 2019. С. 103-113.
2. Германенко А.В., Маурчев Е.А., Михалко Е.А., ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ ВО ВРЕМЯ ПОЛЕТА НА САМОЛЕТЕ ИЗМЕРЕНИЙ СКОРОСТИ СЧЕТА ЗАРЯЖЕННОЙ КОМПОНЕНТЫ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В КАЧЕСТВЕ ОДНОГО ИЗ МЕТОДОВ ВЕРИФИКАЦИИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА RUSCOSMICS, Physics of Auroral Phenomena. 2019. Т. 42. № 1 (43). С. 119-121.
3. Маурчев Е.А., Михалко Е.А., Германенко А.В., Балабин Ю.В., ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВАЛИДАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ С АТМОСФЕРОЙ ЗЕМЛИ, Труды Кольского научного центра РАН. 2018. Т. 9. № 5-4. С. 76-81.
4. ESP32 Datasheet, Version 3.3, Espressif Systems, Copyright © 2020, 56 pages.