

# **Выпускная квалификационная работа**

на тему:

## **«СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИБОРОМ РЕГИСТРАЦИИ ЖИЗНЕННО ВАЖНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕЛОВЕКА»**

Выполнил: студент группы ИУ1-122 Новиков С.С.  
Научный руководитель: к.т.н., доцент, Жигулевцев Ю.Н.

Москва 2020 г.



# Цели и задачи

---

## **Цель выпускной квалификационной работы:**

Разработать систему управления устройством регистрации жизненно важных показателей человека, входящего в состав комплекса для проведения прикроватного мониторинга автоматизированного «АСТРОКАРД® - VIVO».

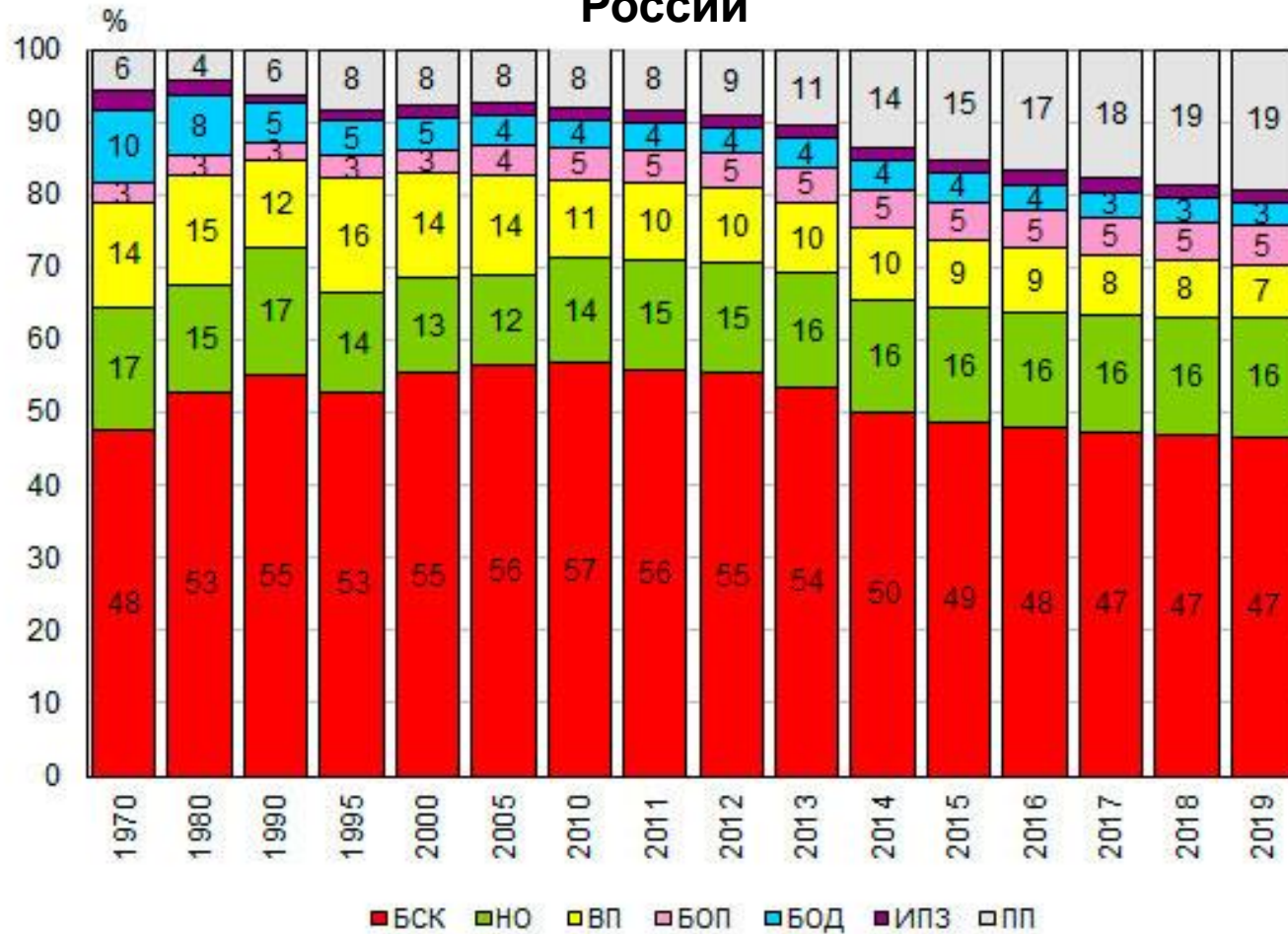
## **Задачи:**

- Разработать встроенное программное обеспечение на языке программирования Си.
- Реализовать схемотехнические решения направленные на расширение возможностей комплекса «АСТРОКАРД® - VIVO».



# Актуальность

## Смертность от болезней системы кровообращения в России



БСК – болезни системы кровообращения,  
НО – новообразования,  
ВП – внешние причины,  
БОП – болезни органов пищеварения,  
БОД – болезни органов дыхания,  
ИПЗ – некоторые инфекционные и паразитарные болезни,  
ПП – прочие причины

\* По данным Всемирной организации здравоохранения



# Заболевания ССЗ угрожающие жизни пациента

---



- Ишемическая болезнь сердца
- Острый инфаркт миокарда
- Хроническая сердечная недостаточность
- Нарушения ритма сердца и проводимости

**Пациенты с данными заболеваниями находятся под непрерывным контролем состояния в палатах интенсивной терапии**



# Инструмент контроля жизненно важных функций пациента

## Комплекс «АСТРОКАРД® - VIVO»



- Учет кардиологической специфики
- Особое внимание выдаче сигнала тревоги при патологии нарушений ритма сердца и проводимости и ишемических изменений ЭКГ





# Эксплуатация комплекса «АСТРОКАРД® - VIVO»



- Комплекс эксплуатируется в медицинских учреждениях с 2003 года
- Необходимость перехода на новую техническую базу
- Учет новых ГОСТов безопасности
- Учет новых рекомендаций по лечению
- Создание нового программного обеспечения
- Вопрос усовершенствования комплекса в соответствии с современными техническими решениями



# Анализ литературы и технической документации

---

## **ГОСТы:**

- ГОСТ 31508-2012 Изделия медицинские. Классификация в зависимости от потенциального риска применения. Общие требования
- ГОСТ Р 56326-2017 Изделия медицинские. Мониторы пациента многофункциональные. Технические требования для государственных закупок
- ГОСТ Р МЭК 60601-1-2010 Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик
- ГОСТ Р МЭК 60601-1-2-2014 Изделия медицинские электрические. Часть 1-2. Общие требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик. Параллельный стандарт. Электромагнитная совместимость. Требования и испытания
- ГОСТ Р МЭК 60601-2-49-2015 Изделия медицинские электрические. Часть 2-49. Частные требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик к многофункциональным мониторам пациента

## **Техническая документация на микроэлектронные компоненты:**

Reference manual STM32F413VGT microcontroller, Programming manual STM32F413VGT microcontroller, ADS1292 datasheet, ADS1298 datasheet, AFE4400 datasheet, ADS8325 datasheet, SafeRTOS Documentation



# Возможности комплекса «АСТРОКАРД® - VIVO»



1. Мониторинг жизненно важных функций пациента
2. Выдача сигналов тревоги
3. Ретроспективный анализ данных
4. Передачи данных как беспроводным путем, так и проводным





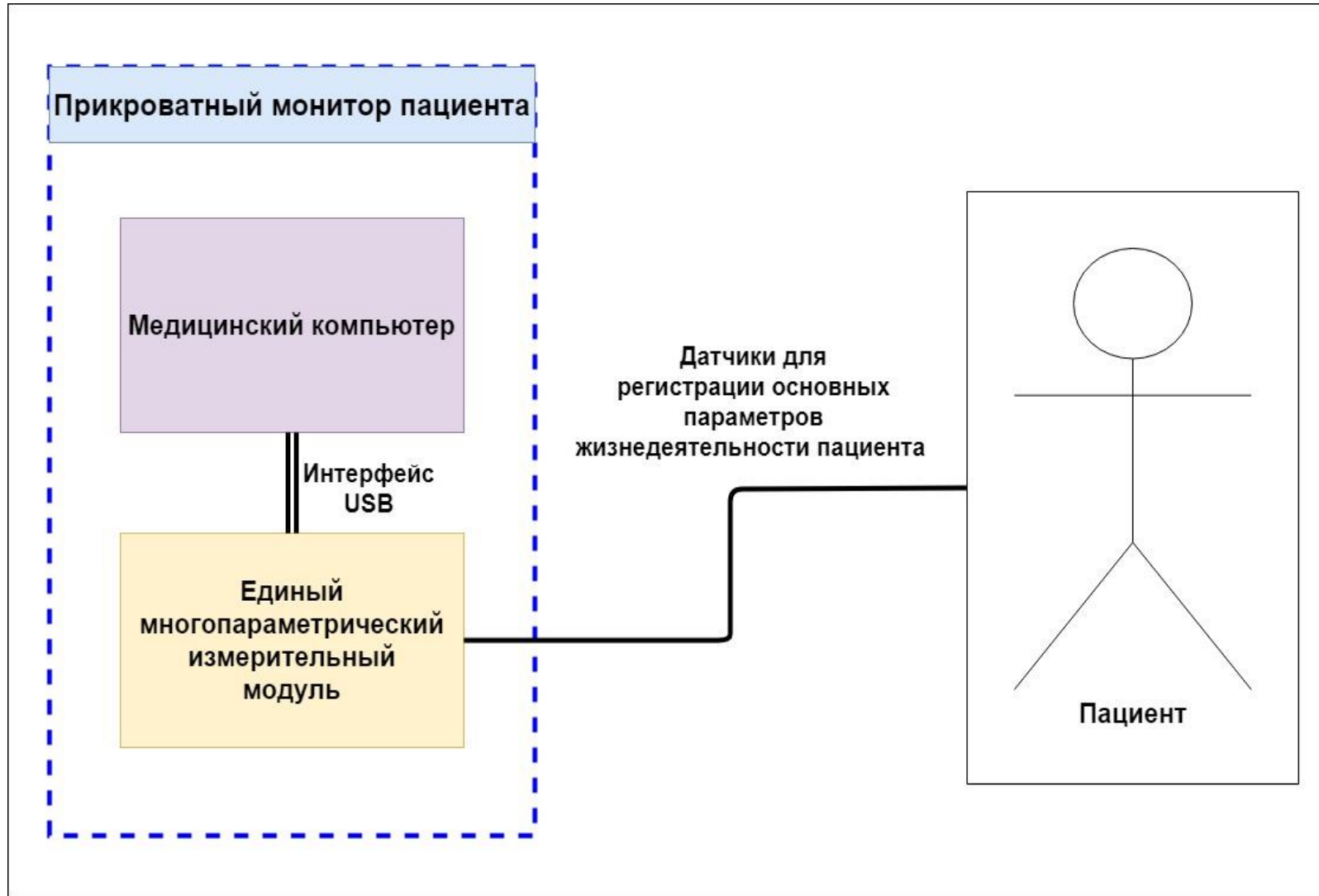
# Возможности центральной мониторинговой станции



1. Визуальный контроль состояния пациента
2. Выдача сигналов тревоги
3. Предварительный анализ данных
4. Ретроспективный анализ данных



# Функции прикроватного монитора пациента



1. Отслеживание жизненно важных показателей пациента в режиме реального времени
2. Отображение регистрируемых параметров на экране медицинского компьютера



# Единый многопараметрический измерительный модуль

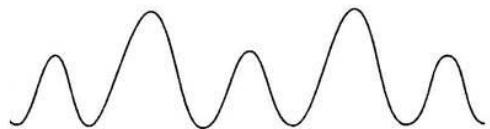
Электрокардиограмма



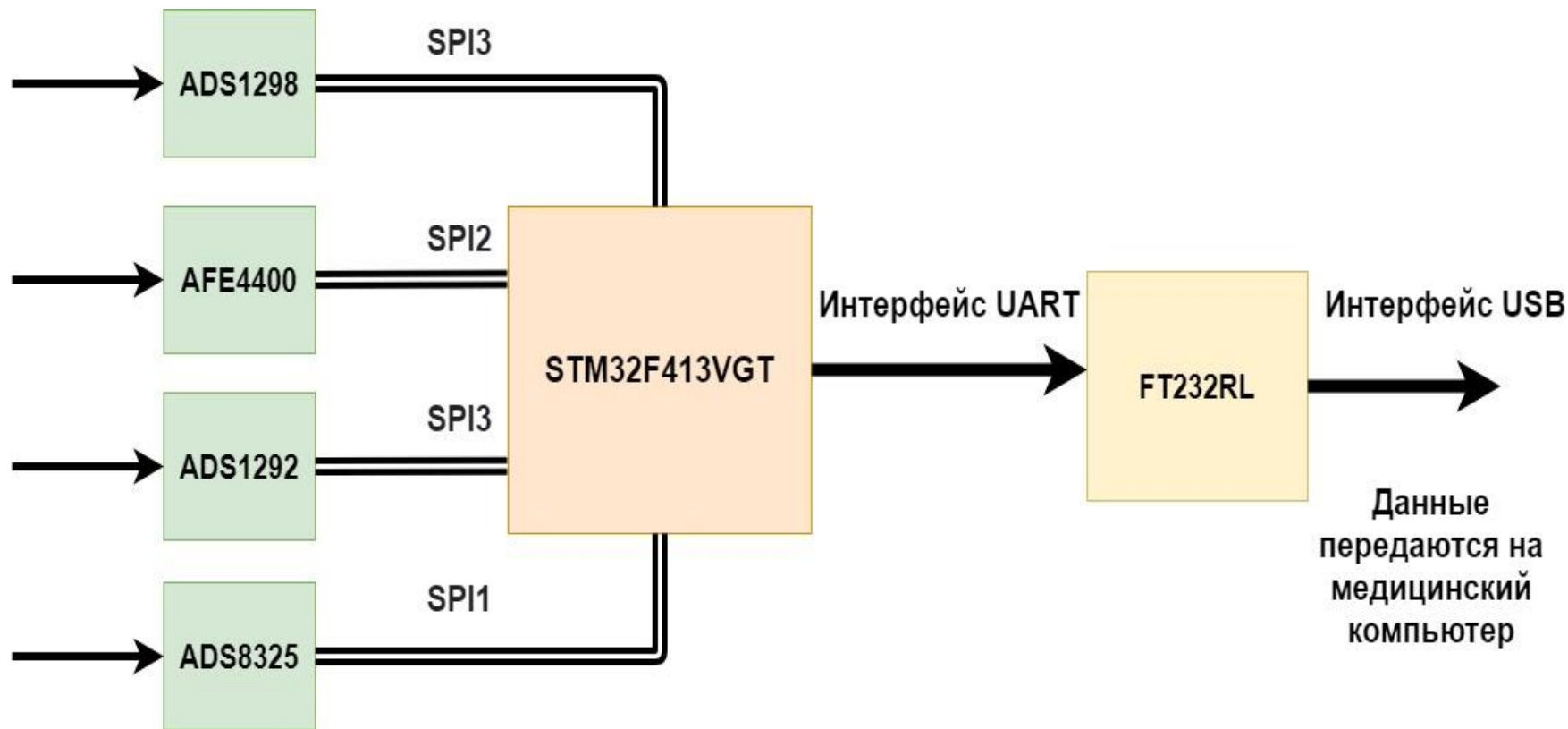
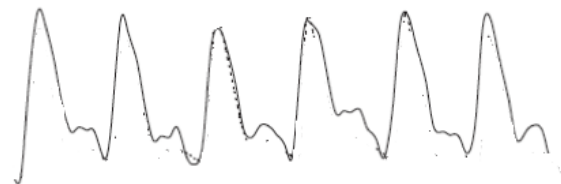
Фотоплетизмограмма



Реоплетизмограмма



Кривая артериального давления





В соответствии с ГОСТ Р МЭК 60601-2-49-2015 Изделия медицинские электрические. Часть 2-49. Частные требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик к многофункциональным мониторам пациента

В едином параметрическом модуле реализованы:

- Гальваническая развязка с помощью микросхем Traco Power TH1 0511 и Traco Power THM 6-2411WI
- Схема защиты от удара дефибриллятором

Обеспечение защиты от поражения электрическим током пациента



# Блок-схема алгоритма: основная функция

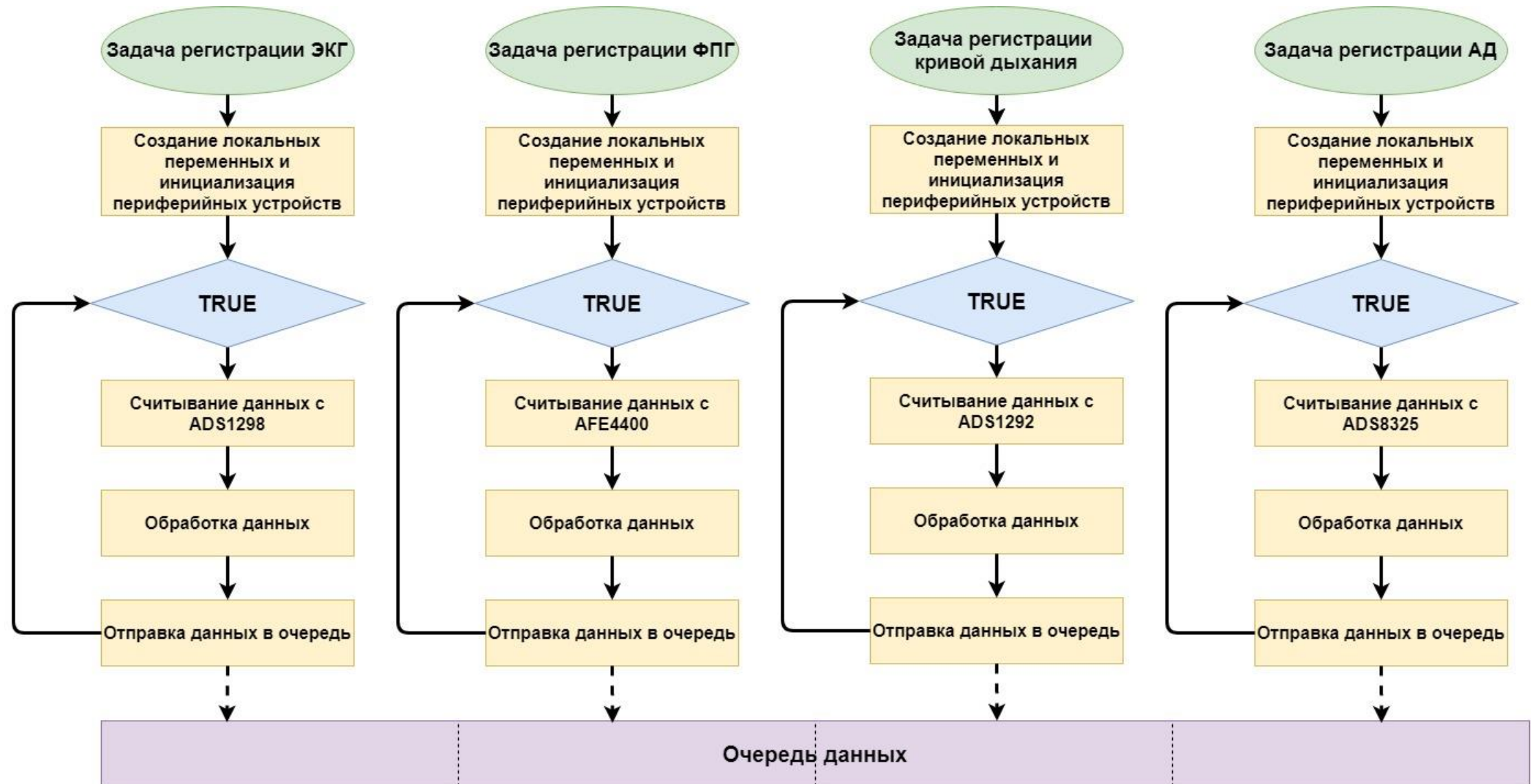


- Основная функция
- Диспетчер ОС — системное программное обеспечение, промежуточный слой между ОСРВ и функциональными задачами, обеспечивающий заданную временную диаграмму.



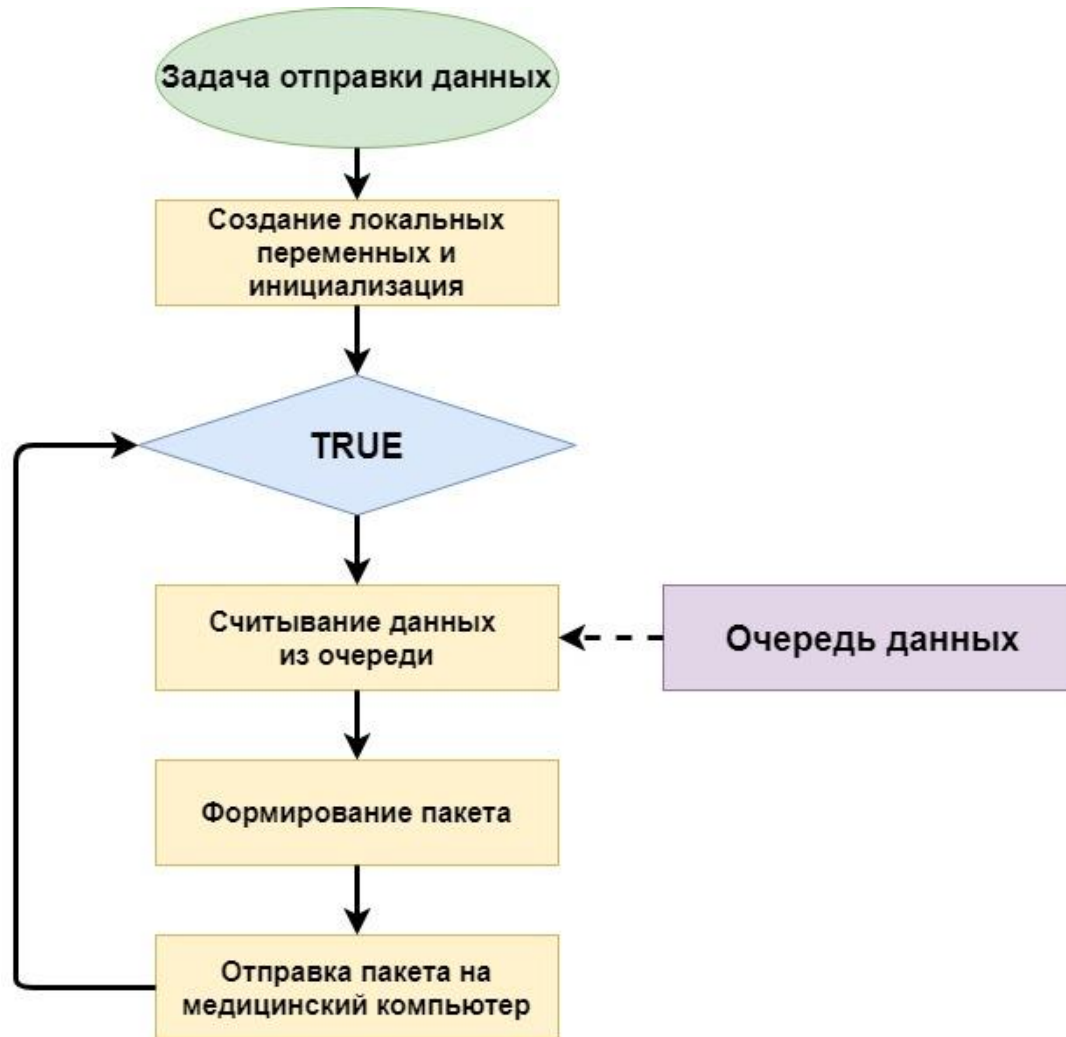


# Блок-схема алгоритма: задачи регистрации





# Блок-схема алгоритма: задача отправки



- Отправка пакетов с частотой 500 Гц



# Особенности реализации встроенного ПО

---

- Использование операционной системы реального времени для встроенных систем **SafeRTOS** (доработанный, документированный, протестированный и прошедший сертификацию на соответствие стандарту безопасности IEC 61508 вариант FreeRTOS)
- Реализация **системы тревог** по регистрируемым параметрам:
  - Пороговое значение артериального давления
  - Пороговое значение частоты сердечных сокращений
  - Пороговое значение сатурации
  - Динамика ST-сегмента
  - Количество нарушений ритма сердца
- Использование **сторожевого таймера** – механизма безопасности, который позволяет вернуть систему в рабочий режим в случае сбоя.



# Итоги: проделанная автором работа

---

**Разработан прототип устройства на основе современных решений:**

- ✓ Разработаны электрические функциональная и принципиальная схемы прототипа прибора
- ✓ Выполнено обновление элементной базы
- ✓ Произведена компоновка и трассировка платы



# Итоги: проделанная автором работа

---

**Разработано встроенное программное обеспечение на языке программирования Си:**

- ✓ Освоена работа с операционной системой реального времени SafeRTOS
- ✓ Реализованы задачи приема и обработки данных средствами OCPB SafeRTOS
- ✓ Реализованы взаимодействие и обмен данными между задачами
- ✓ Реализован протокол передачи данных между устройством и медицинским компьютером
- ✓ Реализована система тревог





# Итоги: проделанная автором работа

---

**Реализованы схемотехнические решения направленные на расширение возможностей комплекса «АСТРОКАРД® - VIVO»:**

- ✓ Осуществлена замена микроконтроллера STM32F205RET на STM32F413VGT
- ✓ Спроектирован резервный канал измерения давления на базе микроконтроллера STM32L412KBU в соответствии с ГОСТ 28703-90 Приборы автоматические и полуавтоматические для косвенного измерения артериального давления. Общие технические требования и методы испытаний
- ✓ В схему регистрации фотоплетизмограммы добавлены индуктивные фильтры подавления электромагнитных помех
- ✓ Реализовано взаимодействие между микросхемами ADS1298 и ADS1292 средствами одного интерфейса SPI
- ✓ Добавлены элементы звуковой и световой тревожной сигнализации

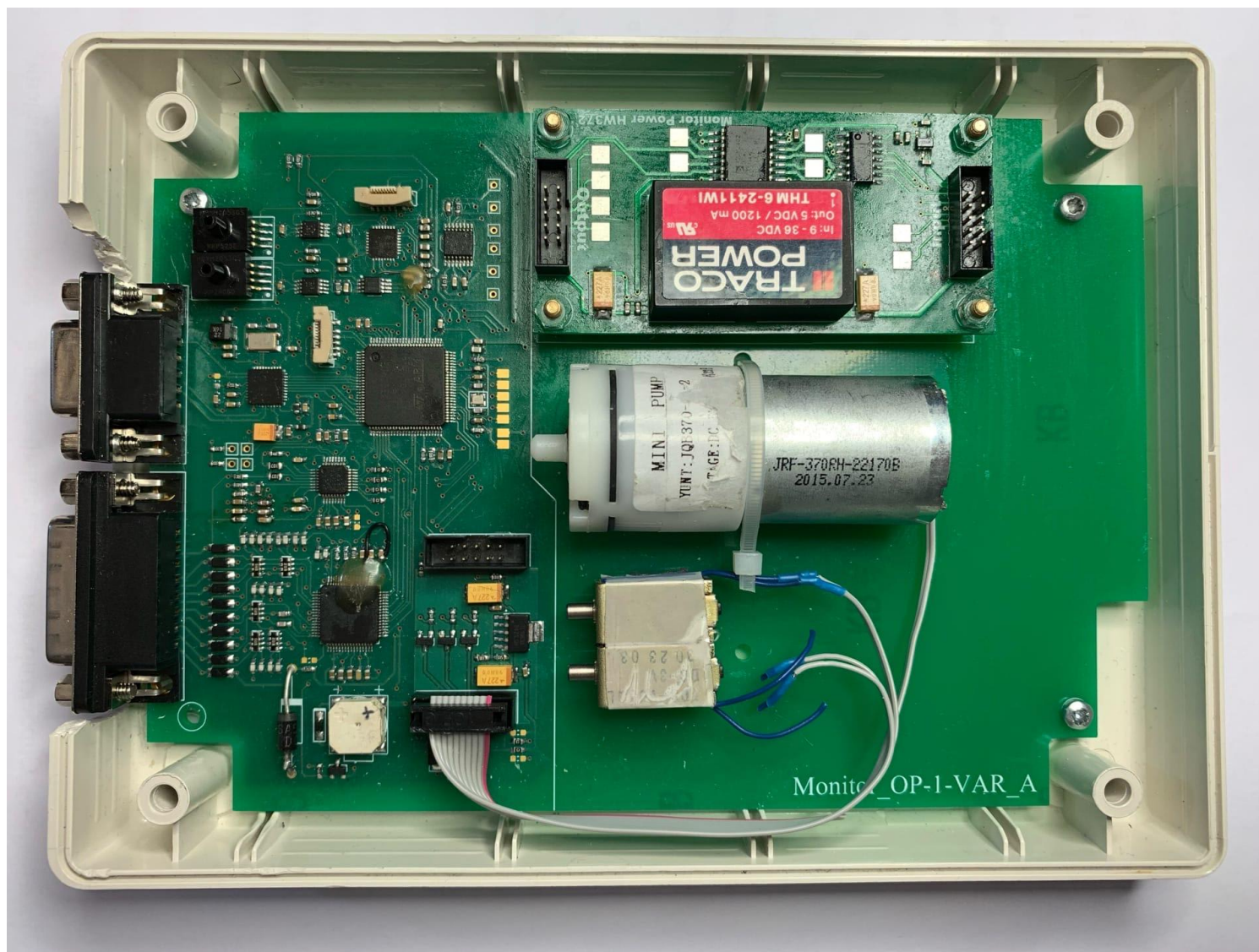


# Итоги: вывод регистрируемых параметров на экран





# Итоги: фото прототипа разработанной платы





# Итоги: дальнейшие перспективы развития проекта

---

- Использование беспроводных методов передачи данных для отправки в систему облачного хранения данных Astrocard Global Monitoring.
- Расширение возможностей единого многопараметрического измерительного модуля за счет добавления новых типов измеряемых параметров.
- Возможность измерения артериального давления инвазивным методом для повышения точности мониторинга геодинамики.



**Спасибо за внимание!**

**С уважением, студент группы ИУ1-122,**

**Новиков Сергей Сергеевич**