

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «Кардиотехника»

Катковник И.В.



«11» июня 2024 года

**Программное обеспечение**

**«Внутреннее программное обеспечение носимого регистратора-анализатора биологических сигналов»**

**РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

**Версия 1**

**Производитель:**

**ООО «Кардиотехника», Россия**

**2024**

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

Введение.....	3
1 Общие данные .....	4
1.1 Наименование программного обеспечения .....	4
1.2 Список используемых сокращений и терминов.....	4
1.3 Сведения о разработчике.....	4
1.4 Сведения о производителе .....	4
1.5 Языки программирования .....	5
1.6 Назначение программного обеспечения, установленное производителем .....	5
1.7 Функционал программного обеспечения, установленный производителем.....	5
1.8 Условия и область применения; предназначенные пользователи.....	6
1.9 Исключение ответственности .....	6
1.10 Минимальные технические требования к аппаратным средствам.....	6
1.11 Технические характеристики ПО .....	7
2 Описание программного обеспечения .....	8
3 Настройка и запуск ПО.....	10
4 Пользовательский интерфейс .....	11
5 Ошибки и сбои, соответствующие сообщения.....	14
6 Гарантии изготовителя .....	18
7 Техническая поддержка.....	19
8 Сведения об упаковке и маркировке .....	20
9 Сведения об утилизации.....	21
10 Сведения о соответствии национальным стандартам.....	22
Приложение А. Метод расчета частоты сердечных сокращений (ЧСС) .....	23
Приложение Б. Метод расчета SPO2.....	24
Приложение В. Метод расчета АД.....	26
Приложение Г. Метод расчета сегмента ST .....	28

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ является эксплуатационным документом пользователей **«Внутреннего программного обеспечения носимого регистратора-анализатора биологических сигналов»**, описывает технические характеристики и функциональные возможности программного обеспечения, а также порядок работы пользователя с ним.

**Данное руководство предназначено для использования техническими специалистами, осуществляющими разработку, производство и обслуживание регистраторов биологических сигналов по Холтеру.**

«Внутреннее программное обеспечение носимого регистратора-анализатора биологических сигналов» (далее – ПО) устанавливается в прибор: регистратор-анализатор и обеспечивает его работу по непрерывному измерению, записи и анализу каналов электрокардиограммы (по Холтеру), реопневмограммы, пульсоксиметрии, потока дыхания/храпа, движения/положения тела и периодического измерения артериального давления.

## 1 ОБЩИЕ ДАННЫЕ

### *1.1 Наименование программного обеспечения*

«Внутреннее программное обеспечение носимого регистратора-анализатора биологических сигналов».

### *1.2 Список используемых сокращений и терминов*

Список используемых сокращений:

**ПО** – «Внутреннее программное обеспечение носимого регистратора-анализатора биологических сигналов»

**ЭКГ** – электрокардиограмма.

**АД** – артериальное давление.

**РПГ** - реоплетизмограмма

**SPO** - пульсоксиметрия

**ЧП** – частота пульса.

**РС** – персональный компьютер.

Термины и определения:

**Запись ЭКГ** – результат регистрации электрокардиограммы в одном или нескольких отведениях.

### *1.3 Сведения о разработчике*

Общество с ограниченной ответственностью «Кардиотехника»

ООО «Кардиотехника»

Адрес: 191187, Санкт-Петербург, ул. Моховая, д. 12, Литер А, помещ.  
часть 1-Н

Электронная почта: ooo@cardiotech.ru

Сайт: <http://www.cardiotech.ru/>

### *1.4 Сведения о производителе*

Общество с ограниченной ответственностью «Кардиотехника»

ООО «Кардиотехника»

Адрес: 191187, Санкт-Петербург, ул. Моховая, д. 12, Литер А, помещ.  
часть 1-Н

Тел.: (812) 600-43-74, (921) 363-64-71

Электронная почта: ooo@cardiotech.ru

Сайт: <http://www.cardiotech.ru/>

*1.5 Языки программирования: C++98*

*1.6 Назначение программного обеспечения, установленное производителем*

ПО предназначено для использования в приборе, имеющем функцию записи потенциалов сердечной деятельности и анализа.

*1.7 Функционал программного обеспечения, установленный производителем*

ПО обеспечивает выполнение прибором измерения, записи и анализа следующих показателей:

- Электрокардиограммы (по Холтеру),
- Реопневмограммы,
- Пульсоксиметрии,
- Воздушного потока дыхания/храпа,
- Активности движения/положения тела,
- Периодического измерения артериального давления (по методу Короткова или осциллометрическим методом).

ПО позволяет определить тип кабеля, подключенного к прибору, и обеспечивает возможность выбора режима его работы:

- Кабель 10 электродов – запись 12 отведений стандартной ЭКГ,
- Кабель 7 электродов – запись 3 отведений ЭКГ,
- Кабель 5 электродов – запись 3 отведений ЭКГ,
- Кабель 3 электродов – запись 1 отведений ЭКГ.

### *1.8 Условия и область применения; предназначенные пользователи*

Область применения ПО – без ограничения области применения.

ПО предназначено для использования техническими специалистами, осуществляющими разработку, производство и обслуживание регистраторов биологических сигналов по Холтеру.

### *1.9 Исключение ответственности*

Производитель не несет ответственности за прямой и косвенный ущерб в случаях:

- несоблюдения указаний и требований настоящего Руководства пользователя;
- использование ПО на аппаратных средствах с характеристиками ниже, чем указано в соответствующих подразделах настоящего Руководства пользователя.

### *1.10 Минимальные технические требования к аппаратным средствам*

ПО обладает свойством переносимости (мобильностью) и может быть установлено на различные приборы в зависимости от совместимости функционала с конкретным аппаратным модулем.

ПО исполняется на микроконтроллере с архитектурой семейства Cortex-M (-3,-4) со встроенной RAM (Random Access Memory, оперативная память) не менее 64 килобайт.

Допускается программная конфигурация периферийных устройств из списка на этапе компиляции.

Запись данных производится во внешний энергонезависимый блочный FLASH накопитель типа: SD-flash, размером от 512Мб до 4Gb, с поддержкой интерфейсов SPI, QuadSPI;

Запись настроек и калибровок производится во внешний энергонезависимый FERAM модуль размером от 2kb до 8kb, с поддержкой интерфейса I2C.

Регистрация измерительных каналов возможна с использованием модулей front-end:

- ADS1298(R), ADS1296(R), ADS1294(R), ADS1292(R)
- ADS4400, ADS4401, ADS4490

Наличие не менее 2 ШИМ модулей управления нагрузкой мощностью не менее 2Вт.

Поддержка контроллера установки напряжения питания с поддержкой заряда LiIon аккумуляторов.

Поддержка LCD или OLED экранов с интерфейсами SPI, IIC, FSMC.

Поддержка TOUCH панели с интерфейсом I2C.

Поддержка USB интерфейса передачи данных стандарта не менее USB 1.1.

### *1.11 Технические характеристики ПО*

Время отклика ПО составляет не более 1 с.

Время передачи записи длительностью 10 ч.- не более 30 сек., 24 ч.– не более 6 мин, 48 ч. – не более 9 мин, 72 – не более 12 мин.

Время восстановления ПО в результате сбоя не более 10 сек.

ПО допускает подключение встроенных фильтров 0,05Гц, 35Гц, 50Гц для канала ЭКГ и РПГ.

Обнаружение QRS комплексов с задержкой не более 250 мс.

## 2 ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Базовая конфигурация ПО обеспечивает выполнение аппаратным средством следующих функций:

- накопления данных во внутреннюю память прибора,
- прием и обработка аналоговых и цифровых сигналов,
- обеспечивает работу постоянной (энергонезависимой) памяти,
- обеспечивает возможность связи с устройством ввода данных,
- обеспечивает взаимодействие с «конечным пользователем»

Конкретная конфигурация ПО определяется аппаратным средством, в которое устанавливается, и может дополняться следующим функционалом:

- запуск, проведение измерения АД и обработка результатов (для регистраторов с возможностью мониторинга АД):
- установка различных интервалов измерения АД в зависимости от времени суток,
- измерение АД по методу Короткову и осциллометрическим методом;
  - измерение оксигенации и ЧСС (для регистраторов с наличием измерительного канала пульсоксиметрии),
  - «работа с пользователем» (для регистраторов, снабженных сенсорным экраном):
- подача свето-звуковых сигналов,
- фиксация нажатий физических кнопок на корпусе регистратора, в том числе выполнение действий, ассоциированных с нажатием,
- вывод информации на экран регистратора,
- обработка действий пользователя на тачскрин-панели экрана регистратора;
  - распознавание кабеля пациента (для регистраторов с возможностью подключения кабеля с системой опознавания и/или встроенным датчиком движения/положения тела пациента),



**Руководство пользователя программного обеспечения «Внутреннее программное обеспечение носимого регистратора-анализатора биологических сигналов»**

- паковка регистрируемых сигналов без потерь
- расчет ЧСС и сегмент ST.
- передача сохраненного файла данных в ПК по каналу USB
- ведение «Дневника Пациента».

Конфигурация ПО по списку требуемых для конкретного аппаратного средства функций производится путём установки специальных меток перед началом процесса компиляции программы.

Защита от случайного или преднамеренного несанкционированного доступа к ПО обеспечивается комплексом организационных мер защиты ПО, включающих, в частности, передачу ПО покупателю в индивидуальном порядке и предоставление высококачественной документации, поддержки и сервиса.

### **3 НАСТРОЙКА И ЗАПУСК ПО**

Для установки ПО техническому специалисту следует выполнить следующие шаги:

- 1) Скачать предоставленный производителем .hex (или иной совместимый) файл,
- 2) Открыть скачанный файл в предварительно сконфигурированной для работы с конкретным микроконтролером среде ST-LINK,
- 3) Подключить программатор к разъёму внутри регистратора,
- 4) Нажать кнопку «Program», затем «All tabs»,
- 5) Перезагрузить прибор после окончания загрузки ПО
- 6) Регистратор готов к использованию.

## **4 ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС**

Интерфейс пользователя зависит от вида аппаратного средства и функционала ПО соответственно.

Базовая конфигурация ПО обеспечивает выполнение следующих команд:

### **1. Установка связи прибора с ПО**

Связь с прибором осуществляется посредством его подключения к устройству ввода данных либо через имеющийся интерфейс.

### **2. Команда «Диалог».**

Переводит прибор в режим диалога для установки времени, параметров измерения АД и ЭКГ, запрашивает тип подключенного кабеля.

### **3. Команда «Старт».**

Регистратор переводится в режим записи во внутреннюю память сигналов с подключенных датчиков: ЭКГ, РПГ, АД, SPO, ЧП и т.д.

При наличии сенсорного экрана команда «Старт» может быть реализована через GUI регистратора (кнопка «Старт»).

*Если кабель электродов не подключен или подключен неисправный кабель, то прибор в режим записи переведен НЕ БУДЕТ.*

*Если микрофон, манжета и другие датчики никуда не установлены, то прибор будет записывать шум.*

### **4. Команда «Стоп».**

Запись сигналов во внутреннюю память прекращается.

При наличии сенсорного экрана существует также вариант ЭКСТРЕННОЙ остановки записи через GUI регистратора (кнопка «Стоп»).

***Внимание! При использовании экстренной остановки записи записанные сигналы могут быть БЕСКОНТРОЛЬНО потеряны.***

## **5. Команда - «Событие».**

В записываемые сигналы вносится отметка «Событие», которая отражается в обрабатываемой программе. Рекомендуется использовать для отметки пациентом событий, имеющих значение для врача: боль, неприятные ощущения, нагрузки и т.д. Фиксация данной команды осуществляется через кнопку, установленную на аппаратном средстве.

Функционал ПО, установленного в аппаратные средства с возможностью мониторинга АД позволяет:

- при проведении контрольного измерения АД команда «Событие» отмечает моменты, соответствующие систолическому и диастолическому давлениям, измеренным врачом.

- при длительной команде «Событие» запускается внеочередное измерение АД,

- при зажатии команды «Событие» обеспечивается прерывание измерения АД и сброс воздуха из датчика.

## **6. Команда «Звуковой сигнал».**

Обеспечивает при установленном аккумуляторе подачу прерывистого звукового сигнала, если прибор не находится в режиме записи. Если прибор подключен к РС через адаптер USB, то подача звукового сигнала прекращается.

## **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ**

Для приборов, укомплектованных экраном, дополнительно возможна установка визуального интерфейса и соответственно дополнительные команды:

## **7. Команда «Сигнал».**

Режим контроль сигналов позволяет просмотреть сигналы с подключенных датчиков: ЭКГ, РПГ, АД, SPO, ЧП и т.д.

При наличии сенсорного экрана существует также вариант просмотра сигналов через GUI регистратора. Режим контроль сигналов через GUI доступен только когда регистратор не подключен к РС. При этом регистратор может быть в режиме записи или нет.

#### **8. Команда - «Дневник пациента».**

Функционал доступен при наличии сенсорного экрана. ПО в ходе записи обеспечивает возможность на сенсорном экране отметить основные события дневника обследования, такие как сон, болевые ощущения, выполненная физическая нагрузка. Эти события размещены на нескольких экранах GUI регистратора.

## 5 ОШИБКИ И СБОИ, СООТВЕТСТВУЮЩИЕ СООБЩЕНИЯ

ПО имеет модуль диагностики. Ошибки отображаются во внешней программе в разделе «Самодиагностика прибора» при подаче команды «Test».

Для приборов, оснащенных дисплеем, ошибки отображаются на дисплее при включении прибора, а также во внешней программе в разделе «Самодиагностика прибора».

Могут быть отображены следующие ошибки:

Наименование ошибки	Необходимые действия
Ошибка «Эхо»	Проверить связь с прибором
Ошибка «ПС»	Снятие питания с прибора, подача питания на прибор. В случае постоянного повторного возникновения сообщения об ошибке необходимо связаться со службой сервиса и ремонта
Ошибка «Контр. частоты»	Неисправность аппаратуры прибора, необходим квалифицированный ремонт в службе сервиса и ремонта производителя
Ошибка «Часы RTC»	Снятие питания с прибора, подача питания на прибор. В случае постоянного повторного возникновения сообщения об ошибке необходимо связаться со службой сервиса и ремонта
Ошибка «Старт ПС интерфейса»	Снятие питания с прибора, подача питания на прибор. В случае постоянного повторного возникновения сообщения об ошибке необходимо связаться со службой сервиса и ремонта

Руководство пользователя программного обеспечения «Внутреннее программное обеспечение носимого регистратора-анализатора биологических сигналов»

Ошибка «Микросхема внешней памяти»	Снятие питания с прибора, подача питания на прибор. В случае постоянного повторного возникновения сообщения об ошибке необходимо связаться со службой сервиса и ремонта
Ошибка «Контр. энергопотребления»	Допустимо, не предпринимать никаких действий
Ошибка «Микросхема постоянной памяти»	Снятие питания с прибора, подача питания на прибор. В случае постоянного повторного возникновения сообщения об ошибке необходимо связаться со службой сервиса и ремонта
Ошибка «Контр. тачскрина»	Снятие питания с прибора, подача питания на прибор. В случае постоянного повторного возникновения сообщения об ошибке необходимо связаться со службой сервиса и ремонта
Ошибка «Аварийный клапан»	Допустимо, не предпринимать никаких действий
Ошибка «Основной АЦП»	Снятие питания с прибора, подача питания на прибор. В случае постоянного повторного возникновения сообщения об ошибке необходимо связаться со службой сервиса и ремонта
Ошибка «Карта памяти»	Убедиться, что карта памяти присутствует в приборе. Заменить карту памяти в приборе. В случае постоянного повторного возникновения сообщения об ошибке

Руководство пользователя программного обеспечения «Внутреннее программное обеспечение носимого регистратора-анализатора биологических сигналов»

	необходимо связаться со службой сервиса и ремонта
Ошибка «Контр. Кабеля ЭКГ»	Снятие питания с прибора, подача питания на прибор. В случае постоянного повторного возникновения сообщения об ошибке необходимо связаться со службой сервиса и ремонта
Ошибка «Графический интерфейс»	Связаться со службой сервиса и ремонта
Ошибка «Аdc»	Снятие питания с прибора, подача питания на прибор. В случае постоянного повторного возникновения сообщения об ошибке необходимо связаться со службой сервиса и ремонта
Ошибка «ReadData»	Снятие питания с прибора, подача питания на прибор. В случае постоянного повторного возникновения сообщения об ошибке необходимо связаться со службой сервиса и ремонта
Ошибка «Goto»	Неисправность аппаратуры прибора, необходим квалифицированный ремонт в службе сервиса и ремонта производителя
Ошибка «Basis»	Снятие питания с прибора, подача питания на прибор. В случае постоянного повторного возникновения сообщения об ошибке необходимо связаться со службой сервиса и ремонта



**Руководство пользователя программного обеспечения «Внутреннее программное обеспечение носимого регистратора-анализатора биологических сигналов»**

В случае возникновения неисправности при использовании ПО рекомендуется обратиться к разработчику по следующему адресу электронной почты: [ooo@cardiotech.ru](mailto:ooo@cardiotech.ru).

## **6 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ**

Производитель гарантирует работоспособность ПО при соблюдении условий применения, установленных в данном Руководстве пользователя.

Гарантийный срок эксплуатации (технической поддержки) – не ограничен в пределах жизненного цикла ПО.

В течение гарантийного срока производитель осуществляет техническую поддержку и информационное сопровождение ПО в объеме приобретенного функционала.

Производитель гарантирует работоспособность ПО в среде ST-LINK.

## 7 ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

Техническую поддержку и информационное сопровождение ПО осуществляет Общество с ограниченной ответственностью «Кардиотехника»

ООО «Кардиотехника»

Адрес: 191187, Санкт-Петербург, ул. Моховая, д. 12, литер. А, помещ. часть 1-Н

Тел.: (812) 600-43-74, (921) 363-64-71

Электронная почта: ooo@cardiotech.ru

Сайт: <http://www.cardiotech.ru/>

## **8 СВЕДЕНИЯ ОБ УПАКОВКЕ И МАРКИРОВКЕ**

8.1 ПО не предусматривает наличие физических носителей.

8.2 Упаковка не предусмотрена.

8.3 С целью идентификации ПО необходимо через терминал подать команду «ID», где будет отображена следующая информация:

- наименование производителя;
- товарный знак производителя (при наличии);
- наименование ПО;
- контактные данные производителя и службы технической поддержки;
- номер версии ПО.

## **9 СВЕДЕНИЯ ОБ УТИЛИЗАЦИИ**

Требования по утилизации – не применимы.

## **10 СВЕДЕНИЯ О СООТВЕТСТВИИ НАЦИОНАЛЬНЫМ СТАНДАРТАМ**

«Внутреннее программное обеспечение носимого регистратора-анализатора биологических сигналов» выпускается в соответствии с требованиями следующих стандартов национальной системы стандартизации:

- ГОСТ Р МЭК 62304-2013 «Изделия медицинские. Программное обеспечение. Процессы жизненного цикла»
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000 «Информационная технология. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование»
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 «Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению»
- ГОСТ Р ИСО 9127-94 «Системы обработки информации. Документация пользователя и информация на упаковке для потребительских программных пакетов»

## ПРИЛОЖЕНИЕ А. МЕТОД РАСЧЕТА ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ (ЧСС)

Значение ЧСС на 10-ти секундном интервале рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{ЧСС} = \frac{60 * Fs * (N - 1)}{\sum_{i=1}^N pos_i - pos_{i-1}}$$

где  $Fs$  – частота дискретизации,  $pos_i$  – позиция  $i$ -го комплекса в точках исходного сигнала,  $N$  – количество комплексов, попавших в 10-ти секундный интервал.

В расчете ЧСС учитываются только комплексы, пригодные к анализу.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б. МЕТОД РАСЧЕТА SPO2**

Для начала вычисления значения SPO2 необходимо вычислить из сигнала с датчика пульсоксиметрии, устанавливаемого на палец пациента, значение коэффициента R по следующей формуле:

$$R = (ACrms \text{ of Red} / DC \text{ of Red}) / (ACrms \text{ of IR} / DC \text{ of IR}), \text{ где}$$

ACrms of Red – переменная составляющая сигнала, поступающего со светодиода красного диапазона

DC of Red – постоянная составляющая сигнала, поступающего со светодиода красного диапазона

ACrms of IR – переменная составляющая сигнала, поступающего со светодиода инфракрасного диапазона

DC of IR – постоянная составляющая сигнала, поступающего со светодиода инфракрасного диапазона

Для дальнейших вычислений используются две таблицы постоянных коэффициентов.

SpoInterTBLX = 1000, 982, 963, 925, 891, 858, 825, 786, 753, 720, 686, 653, 620, 586, 553, 520, 486, 453, 420, 386, 353, 320, 286, 253, 220, 186, 153, 120, 86, 53

SpoInterTBLY = 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100, 2200, 2300, 2400, 2500, 2600, 2700, 2800, 2900, 3000, 3100, 3200, 3300, 3400

Исходя из полученного на первом этапе значения R выбирается позиция в таблице, далее из неё вычитается предыдущая по отношению к ней (для определения значения коэффициента R из диапазона), либо последующая (для определения значения SPO2 из диапазона):



$$kr = \text{SpoInterTBLy}[\text{номер}] - \text{SpoInterTBLy}[\text{номер-1}]$$

$$ks = \text{SpoInterTBLX}[\text{номер-1}] - \text{SpoInterTBLX}[\text{номер}]$$

Полученная разница используется в финальном вычислении фактического значения SPO2:

$$s = \text{SpoInterTBLX}[\text{номер-1}] * 256 - ks * (R - \text{SpoInterTBLy}[\text{номер-1}]) * 256 / kr;$$

$$\% \text{ SpO}_2 = s / 256$$

## **ПРИЛОЖЕНИЕ В. МЕТОД РАСЧЕТА АД**

В ПО реализовано два независимых метода измерения АД: осциллометрический и по тонам Короткова. Алгоритм измерения АД работает на основе следующих сигналов: сигнал давления в манжете (мм рт. ст.) и акустического давления - тонов (у.е.). Алгоритмы работают во время равномерного изменения давления в манжете как на подъеме, так и на спуске.

### **Осциллометрический метод измерения АД**

Алгоритм измерения АД осциллометрическим методом работает на основе сигнала давления в манжете (мм рт. ст.). Из сигнала фильтром высоких частот выделяются пульсации давления и тахоосциллограмма, представляющая собой разность давлений полученных с разницей 40 мс.

По тахоосциллограмме выделяются моменты времени пульсаций давления, как локальный максимум на интервале  $\pm 250$  мс, выше уровня слежения (регулятор уровня с мгновенной динамикой вверх и медленной динамикой вниз,  $k = 1/150$ ) и выше уровня захвата (уровень захвата 0.5 от среднего уровня пиков, чтобы не детектировать пик дикротической волны). Подтверждение пульсации происходит в момент детекции следующей пульсации.

Отбираются пульсации, удовлетворяющие следующим критериям:

- Период предыдущей пульсации  $> 250$  мс;
- Период текущей пульсации не более чем 1500 мс;
- Ширина фронта не более 80 мс;
- Сквозность (отношение ширины фронта к периоду текущей пульсации) в пределах  $[0.12 - 0.8]$ ;
- Размах пульсации в пределах  $[0.3 - 5]$  мм рт.ст.

Если количество отобранных пульсаций больше четырех, то по их амплитудам строится огибающая («колокол»). Дополнительно удаляются выбросы амплитуда, которых выше 1.4 и ниже 0.6 от центральной медианы пяти точек. Перебором от центра огибающей (максимум между граничными событиями) определяются моменты соответствующее систолическому и диастолическому АД – последний переход через заданный уровень: для систолического 0.7, для диастолического 0.65 от максимума колокола. Давление в манжете, соответствующее точке колокола, определяются как искомые значения систолическое и диастолическое АД

### **Измерение АД по тонам Короткова**

Алгоритм измерения АД по тонам Короткова работает на основе сигнала давления в манжете и синхронно зарегистрированного сигнала акустического давления.

По сигналу акустического давления выделяют моменты времени возникновения тонов, как локальный максимум на интервале  $\pm 150$  мс, выше уровня слежения (регулятор уровня с мгновенной динамикой вверх и медленной динамикой вниз,  $k = 1/20$ ) и выше уровня захвата (уровень захвата 2.5 от уровня шума). Подтверждение тонов происходит в момент детекции следующей пульсации. Отбираются тоны ширина которых меньше 100 мс и отношение сигнал шум в окрестности тона больше трех.

Если количество отобранных пульсаций больше четырех, то по их амплитудам строится огибающая («колокол»). Перебором от центра огибающей (максимум между граничными событиями) определяются моменты соответствующее систолическому и диастолическому АД – последний переход через заданный уровень 0,2 от максимума колокола для систолического и диастолического давления. Давление в манжете, соответствующее найденным моментам колокола, определяются как искомые значения систолическое и диастолическое АД

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г. МЕТОД РАСЧЕТА СЕГМЕНТА ST

Сегмент ST рассчитывается в двух точках 40 мс и 80 мс после точки S для каждого QRS комплекса в каждом из 8-ми регистрируемых отведений. В указанных точках окрестность сигнала усредняется ~10 мс.

В каждой точке определяется смещение сигнала относительно уровня изолинии.

Уровень изолинии рассчитывается как среднее значение сигнала на интервалах 20 мс и 40 мс перед точкой Q.