

**РАСШИРЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КАРМАННОГО
ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФА С ПОМОЩЬЮ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ
(THE ENHANCEMENT OF DIAGNOSTIC CAPABILITIES OF HAND-HELD ELEC-
TROCARDIOGRAPH DUE TO USING OF ADDITIONAL MEASUREMENT MODULE)**

Д.Н. Никонирова, А.А.Уваров, А.А.Порхунув
D.Nikonirova, A. Uvarov, A. Porhunov

Научный руководитель: И.А. Лежнина, к.т.н., доцент
Томский политехнический университет
Email: daria_41291@mail.ru

Статья посвящена разработке портативного карманного электрокардиографа и возможности расширения диагностики с помощью дополнительного модуля. Проведен анализ рынка портативных электрокардиографов. На основе анализа был разработан карманный электрокардиограф. Приведены результаты исследования характера изменения ЭКГ сигнала, снятого посредством одного отведения при аритмии и ИБС. Экспериментально исследована возможность диагностики ишемических заболеваний с помощью разработанного карманного электрокардиографа. Так же сделан вывод о необходимости создания дополнительного грудного модуля. Рассмотрена методика наложения электродов на грудную клетку. Приведены первые результаты работы модуля.

(This paper focuses on the development of a portable handheld ECG diagnosis and the possibility of expanding an optional module . The analysis of the market of portable electrocardiographs . Based on analysis of the electrocardiograph pocket was designed . The results of studies on the nature of the ECG signal changes , shot by single lead arrhythmia and ischemic heart disease. Experimentally studied diagnosis of ischemic diseases using the developed handheld electrocardiograph . Just concluded the need for additional thoracic unit . The technique of applying electrodes to the chest . The first results of the module.)

Ключевые слова:

Электрокардиография, электрокардиограф, сигнал, ишемические болезни сердца, аритмия, электрод, грудной модуль.
(ECG, ECG signal, ischemic heart disease, arrhythmia, electrode module chest.)

Электрокардиография относится к информативным и наиболее распространенным методам обследования сердечно-сосудистой системы. Метод дает возможность диагностировать заболевания и синдромы, требующие неотложной кардиологической помощи. Прежде всего, ишемические болезни сердца, инфаркт миокарда, аритмии.

На данный момент, вслед за развитием телемедицины, происходит активный рост персональной электрокардиографии. Существующие электрокардиографы индивидуального применения можно разделить на две категории: домашние и портативные («карманные»). Домашние электрокардиографы представляют собой приборы не имеющие собственных органов управления, и используются как приставка к персональному компьютеру, на который устанавливается специальное ПО. В отличие от домашних, карманные электрокардиографы представляют собой законченные устройства. Они позволяют получить приблизительный анализ сразу после измерения.

Основная проблема заключается в том, что на сегодняшний день нет таких приборов, которые совмещают в себе простоту применения карманных и диагностическую ценность домашних электрокардиографов. Исходя из этого, была поставлена задача реализации прибора, который совместит информативность и простоту снятия ЭКГ сигнала.

В качестве решения предлагается разработка модуля со встроенными электродами для регистрации произвольных грудных биполярных отведений. Такой модуль способен регистрировать не более одного отведения одновременно. Для получения двух и трех отведений, применяющихся в диагностике ишемии, требуется провести измерения последовательно.

Было проведено исследование характера изменения ЭКГ сигнала снятого посредством одного отведения при аритмии и ИБС. Данные о некоторых болезнях и отведениях представлены в таблице 3.

Таблица 1. «Болезни сердца»

Болезнь	Отведение	Характер изменения на ЭКГ
Синусовая тахикардия	I	1) Укорочение интервалов R-R (увеличение числа сердечных сокращений до 90- 160 (180) в минуту) 2) Правильное чередование зубцов P и комплексов QRS во всех циклах и положительный зубец P _{I,II,aVF,V4-V6}
Синусовая брадикардия	I	1) Укорочение интервалов R- 2) R (уменьшение ЧСС до 59-40 в минуту) 3) Сохранение правильного синусового ритма
Синусовая аритмия	I	1) Колебания продолжительности интервалов R-R, превышающие 0,15с и связанные с фазами дыхания 2) Правильное чередование зубцов P и комплекса QRS
Наджелудочковая пароксизмальная тахикардия	I	1) Увеличение ЧСС до 140-220 ударов в минуту 2) QRS комплексы- нормальные 3) Отсутствие зубца P или наличие его перед либо после каждого комплекса QRS
Синотриальная блокада	I	1) Периоды выпадения зубцов P и комплексов QRST 2) Увеличение в момент выпадения средних циклов интервалов P-P или R-R в 2 раза
Инфаркт миокарда	I	Зубец Q >0.03с, глубина >3мм, амплитуда больше 1/3 амплитуды зубца R
Некроз	V ₁ -V ₆ или I и aVL, III и aVF, V ₇ -V ₉	Патологический зубец Q или комплекс QRS
Стенокардия	Отведения V ₁ -V ₆	1) Разнообразные изменения зубца T 2) Ишемическая депрессия сегмента RS-T (ниже изолинии)

Для реализации идеи коллективом авторов был разработан портативный электрокардиограф с автономным питанием, *OLED* экраном и управляющим элементом в виде 3-х кнопочной клавиатуры и дополнительным разъемом для подключения грудных электродов (рис. 1.).



Рис.1. Карманный электрокардиограф

Прибор обеспечивает:

- регистрацию ЭКГ с пальцев рук и грудных отделений;
 - отображение ЭКГ в реальном времени на экране;
 - сохранение информации на *SD* карте;
 - считывание результатов и автоматическая обработка с *SD* карты на ПК;
 - определение значений диагностических показателей;
 - накопление данных для последующих консультаций с врачом.
- Остальные технические характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2. «Технические характеристики»

Количество каналов	1
Электроды	4
Диапазон частот	0,5 Гц-40 Гц
Входное сопротивление	1 ГОм
Частота дискретизации	500 Гц
Диапазон напряжений	3 мкВ – 2.4 В
Встроенная память	SD Карта 2Гб
Синхронизация с ПК	USB 2.0
Питание	AAA, 2 шт.

Ниже на рис.2. приведены результаты записи ЭКГ сигнала снятого с пациента со стенокардией, на записи видно характерное изменение амплитуды зубца R и разнообразные изменения зубца T, а также ишемическая депрессия сегмента RS-T (ниже изолинии), все эти признаки указывают на стенокардию.

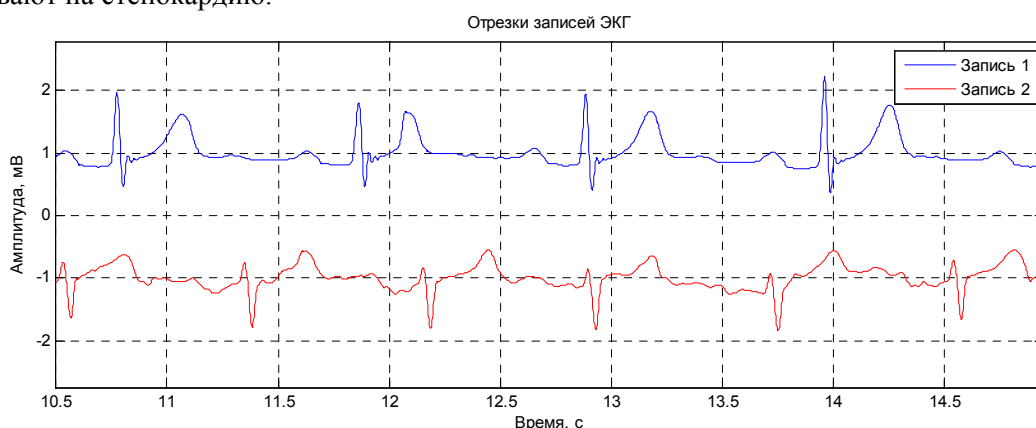


Рис.2. Запись ЭКГ в первом и втором грудном отведении у пациента со стенокардией

Данный вариант эффективно решает задачу диагностики ишемических заболеваний, но не совсем удобен для частого применения и для применения в домашних условиях. Основной причиной неудобства является клеющиеся электроды. При частом использовании на коже возникает раздражение, а при использовании дома или в общественных местах большую роль играет время и удобство наложения таких электродов.

В качестве решения предлагается разработка модуля со встроенными электродами для регистрации произвольных грудных биполярных отведений (рис.3). Такой модуль способен регистрировать не более одного отведения одновременно. Для получения двух и трех отведений, применяющихся в диагностике ишемии, требуется провести измерения последовательно. При этом возникает вопрос диагностической ценности такого подхода.

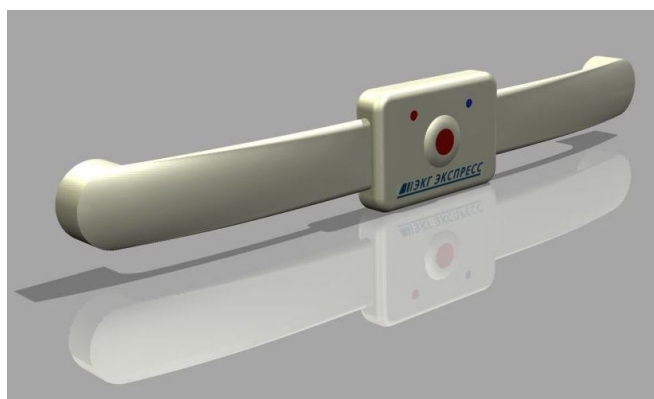


Рис.3. Дополнительный модуль

Было проведено исследование характера изменения ЭКГ сигнала снятого последовательно, с шести грудных отведений. Информация была систематизирована и представлена в виде диагностических карт, дающих представление о необходимости регистрации тех или иных отведений. Часть карты представлена ниже (рис.4).

	Высокий коронарный зубец T					отрицательный зубец T					депрессия сегмент RS-T					подъем сегмента RS-T					патологический зубец Q									
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1	V2	V3	V4	V5	V6
ИШЕМИЯ МИОКАРДА																														
1) субэндокардиальные отделы передней стенки																														
2) субэпикардиальный отдел переднебоковой стенки																														
• ишемическая зона в боковой стенке																														
• ишемическая зона в области верхушки																														
• ишемия межжелудочной перегородки																														
3) Трансмуральная ишемия передней стенки																														
4) трансмуральная ишемия задней стенки левого желудочка																														

Рис.4. Фрагмент диагностической карты

Для упрощения снятия ЭКГ возможно расположение электродов по методу Неба. В медицинской практике их называют: первый и второй канал. Первый включает в себя информацию о 6-ти грудных отведениях V1-V6, второй – о втором, третьем и усиленном от левой ноги стандартных отведениях, при этом электроды размещаются как показано на рисунке 5. По оценкам кардиологов, данный подход имеет высокую диагностическую ценность.

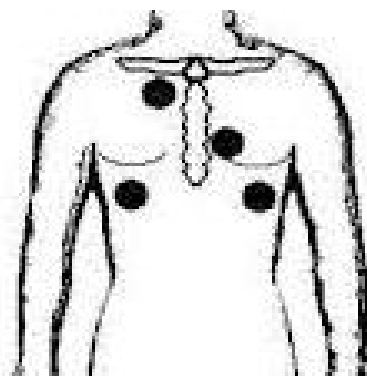


Рис.5. Расположение электродов по методу Неба

На данный момент разработан макетный образец такого модуля. Ниже на рис.6 приведены первые результаты записи ЭКГ сигнала.

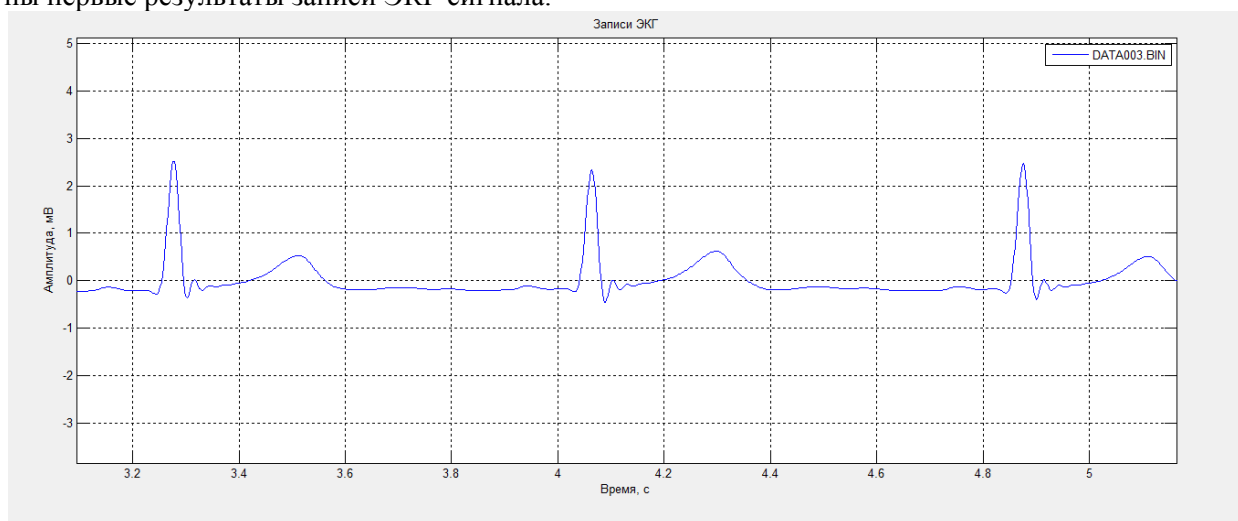


Рис.6. Запись ЭКГ первого канала, сделанная с помощью макета грудного модуля

По данной записи ЭКГ можно хорошо оценить амплитуду зубцов, ширину комплексов и сегментов.

Предварительные испытания показывают, что качество сигнала, получаемое с их помощью вполне удовлетворяет требованиям экспресс-диагностики и пригодно для получения предварительного диагноза. По оценкам кардиологов существует большая потребность в создаваемой аппаратуре. В связи с этим в настоящее время продолжают исследования которые позволят судить о эффективности данного метода снятия ЭКГ.

СПАСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мурашко В.В. Струтынский А.В. Электрокардиография: Учебное пособие. – М: МЕДпресс-информ, 2001. – 312с.
2. Суворов А.В. Клиническая электрокардиография.- Нижний Новгород. Изд-во НМИ, 1999. 124с.Илл.
3. Зудбинов Ю.И. Азбука ЭКГ. Изд.3-е. – Ростов –на-Дону: изд-во «Феникс», 2003-160с.

Сведения об авторах:

Лежнина И.А.: Томск, Томский политехнический университет, к.т.н., доцент кафедры информационно-измерительной техники, доцент каф. ИИТ ИНК, сфера научных интересов: исследование биоэлектрической активности сердца человека. E-mail: inna84-08@mail.ru.

Уваров А.А.: Томск, Томский политехнический университет, аспирант ИНК ФГБОУ НИ ТПУ, сфера научных интересов: автоматический анализ электрофизиологических данных. E-mail: uaa@tpu.ru.

Порхунов А.А.: Томск, Томский политехнический университет, магистр 1 курса ИНК ИИТ, сфера научных интересов: информационные системы, микропроцессорные информационные системы. E-mail: arti92_uk@mail.ru

Никонирова Д.Д.: Томск, Томский политехнический университет, магистр 1 курса ИНК ИИТ, сфера научных интересов: информационные системы, микропроцессорные информационные системы. E-mail: inna84-08@mail.ru