

**РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ МОНИТОРИНГА АРИТМИИ
И ВНЕЗАПНОЙ СЕРДЕЧНОЙ СМЕРТИ**

Солдатов В.С., Бояхчян А.А., Оверчук К.В., Уваров А.А., Лежнина И.А.
Научный руководитель: Лежнина И.А., к.т.н., доцент
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: bojahchyan@yandex.ru

**DEVELOPMENT OF THE DEVICE FOR MONITORING OF ARRHYTHMIA
AND SUDDEN CARDIAC DEATH**

Soldatov V.S., Boyakhchyan A.A., Overchuk K.V., Uvarov A.A., Lezhnina I.A.
Scientific Supervisor: Associate Professor, Ph.D. Lezhnina I.A.
Tomsk Polytechnic University
Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: bojahchyan@yandex.ru

За последние несколько лет спрос на рынок телемедицины в области диагностики сердечно-сосудистых заболеваний сильно вырос и продолжает расти. Одной из причин является тот факт, что сердечно-сосудистые заболевания лидируют в структуре смертности в мире и в ответ на это создано большое количество устройств для диагностики состояния сердца. Подавляющая часть таких устройств предназначена для медицины, а для развлечения и спорта. С этой целью, актуальным является разработка устройства, адаптированного под медицину.

During several last year's demand to the cardiac telemedicine has significantly grown and keeps growing even today. The main reason of such a growth is high mortality from cardiovascular diseases. Moreover, as a possible solution a big amount of personal heart checking devices was invented, but the major part of these gadgets is build not like a medical tool, but for sports and entertainment. Totally, these reasons leads to the high interest for medically adopted heart checking devices.

В мировой структуре смертности сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) занимают первое место. Примерно 17 млн. человек в год умирает от ССЗ. Из них 50% приходится на внезапную сердечную смерть (ВСС), которая в 80% случаев начинается с аритмии и фибрилляции сердца [1]. Выживаемость от ВСС около 1 %. Проблема диагностики аритмии заключается в том, что данное заболевание имеет эпизодический характер и проявляется хаотично. Человек может не почувствовать, что у него был приступ. Из-за хаотического проявления аритмии при разовом снятии ЭКГ ее трудно выявить и поэтому нужно проводить повседневный мониторинг. Для этих целей предпочтительно использовать постоянно носимые устройства.

Существует множество различных устройств для диагностики нарушений сердца, такие как ЭКГ холтеры, различные фитнес-трекеры и пульсометры. Существенным ограничением ЭКГ холтеров является то, что они используются только по требованию, т.е. уже после того, как у человека появились какие-то симптомы. А пульсометры и фитнес-трекеры не позволяют проводить регистрацию ЭКГ, без которой нельзя судить о характере аритмии. Также пульсометры плохо работают в условиях нестационарного ритма, так как они используют оптические датчики, которые не успевают зафиксировать быстрые изменения ритма характерные аритмии. Подобные устройства не адаптированы под медицинское применение и ни один врач не станет доверять данным, полученным с фитнес-трекеров или умных часов [2].

Были проведены патентные исследования, большинство из них являются открытыми. Большинство устройств, которые были найдены при проведении патентных исследований, также являются устройствами по требованию (Рис.1), а используемые в них медицинские электроды (AgCl) не позволяют достичь стабильности измерений в различных условиях [3]. Все активные действия, которые совершает человек, сказываются на полученных показаниях датчиков. Также, негативно, на медицинские электроды влияют волосяной покров, повышение температуры тела, влажность и пот. Таких факторов нужно избегать.



Рис. 1. Чехол для регистрации ЭКГ для мобильного телефона компании AliveCor

В связи с вышеперечисленными недостатками было принято решение создать браслет-монитор для регулярного ношения, который будет выявлять эпизоды аритмии и проводить регистрацию ЭКГ в реальном времени. Отличительной чертой прибора будет возможность автоматически определять жизнеугрожающие эпизоды аритмии и при угрозе сообщать врачу. Также, наравне с указанными функциями, ключевыми факторами успешного применения являются простота эксплуатации и ценовая доступность.

Был разработан метод регистрации эквивалента одноканальной ЭКГ с одной руки. Обычно для получения стабильной ЭКГ используют точки на теле, которые расположены на большом расстоянии друг от друга и желательно по разные стороны электрической оси сердца. При разработке браслета использовался метод регистрации эквивалента ЭКГ с одной точки. Форма такого эквивалентного сигнала ЭКГ отличается от первого стандартного отведения, но дает возможность определить фазы сокращения и расслабления сердечной мышцы, что способствует диагностики аритмии.

Чтобы доказать возможность регистрации ЭКГ таким способом была собрана измерительная схема – макет будущего устройства (рис. 2). Проводились эксперименты по регистрации ЭКГ. Снималась ЭКГ по двум каналам. Помимо регистрации ЭКГ с одной руки, использовалось еще грудное отведение, т.к. с него можно получить достаточно сильный сигнал. Этот сигнал использовался как эталонный и сравнивался с электрокардиограммами, полученными с руки.

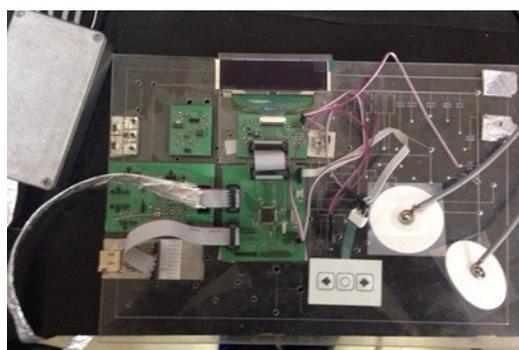


Рис. 2. Измерительная схема устройства

На представленном изображении (рис. 3) показаны зарегистрированные ЭКГ полученные с грудных отведений и с одной руки (бицепс левой руки). По полученным данным можно сделать вывод о том, что получить ЭКГ с одной руки вполне реально. Сигнал получился инвертированным по отношению к ЭКГ груди, но хорошо наблюдаются R-зубцы, что уже можно считать положительным результатом. Амплитуда

полученного сигнала слабее, потому, что проекция ЭКГ с бицепса слабее, поэтому не проглядывается полностью QRS комплекс, теряется в помехах.

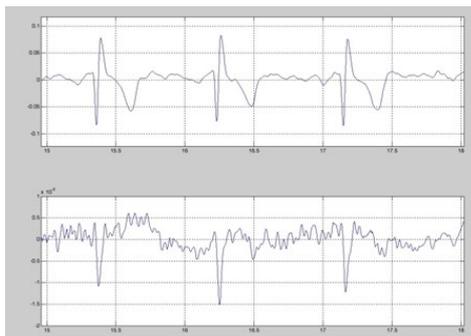


Рис. 3. Пример снятой ЭКГ полученные с груди (сверху) и руки (снизу)

Более удачным примером является электрокардиограмма, снятая с запястий обеих рук (рис. 4). Если сравнивать его с ЭКГ полученной с грудного отведения, можно увидеть что R-зубцы и QRS комплекс совпадают, а значит можно говорить о достоверности данного эксперимента.

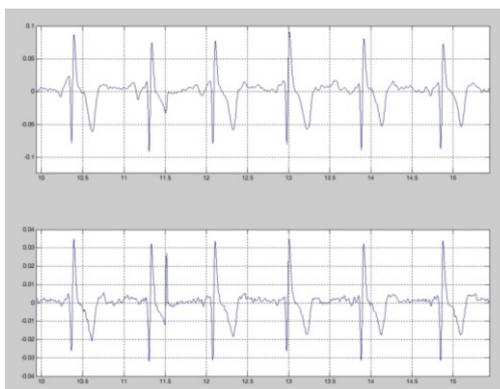


Рис. 4. ЭКГ полученные с груди (сверху) и с запястья правой и левой руки (снизу)

В дальнейшем, необходимо усовершенствование измерительной схемы, а именно нужно усиливать полученный сигнал и использовать соответствующие фильтры. Также, вместо медицинских электродов, будут использованы емкостные электроды, которые лишены недостатков медицинских электродов. Это повысит помехоустойчивость и стабильность сигнала. Ведется разработка устройства в форме браслета либо манжеты на плечо.

СПИСОКЛИТЕРАТУРЫ

1. Global Telemedicine Market (2015-2019), Mordor Intelligence, August 31, 2015.
2. Ростислав Ж. Медицинские технологии будущего [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://kardi.ru/ru/index/Article?&ViewType=view&Id=52>.
3. Бояхчян А.А., Оверчук К.В., Стасевский В.И., Солдатов В.С., Уваров А.А., Лежнина И.А. Проект браслета-монитора аритмии [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2016/1552/23150>.