

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036792**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.12.22

(21) Номер заявки
201800089

(22) Дата подачи заявки
2018.01.24

(51) Int. Cl. **G16H 80/00** (2018.01)
A61B 5/02 (2006.01)
A61B 5/0402 (2006.01)
A61B 5/0432 (2006.01)
A61B 5/0408 (2006.01)

(54) **СИСТЕМА И СПОСОБ МАССОВОГО ДИСТАНЦИОННОГО КАРДИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

(43) **2019.07.31**

(96) **2018000014 (RU) 2018.01.24**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ООО "КОМПАНИЯ "ЭЛТА" (RU)

(56) RU-C1-2393759
RU-C2-2409311
US-A1-2007219457
US-B2-8781568

(72) Изобретатель:
**Глухов Юрий Федорович (RU),
Луневич Анатолий Янович,
Чикунев Владислав Валентинович,
Ярмолинский Валентин Иванович
(BY)**

(57) Группа изобретений относится к медицинской технике и телемедицине. Задача - повышение эффективности и расширение сфер применения системы и способа массового дистанционного кардиологического мониторинга. Система (фиг. 1) включает в себя подключенные через web-сервер (38) сети Интернет рабочие места (40) операторов-экспертов медицинского центра (41), а также подключенные к нему через мобильные средства связи (42) кардиорегистраторы (1), которыми снабжены тестируемые (43) и которые выполнены с двумя электродами, расположенными на лицевых панелях кардиорегистраторов и связанными с находящимся внутри кардиорегистраторов электронными блоками, включающими в себя модуль связи Bluetooth. Способ осуществляется с применением упомянутой системы, при этом съем электрокардиограмм у тестируемых осуществляют также их наблюдатели (45) и специалисты других организаций. Описаны также варианты системы и способа с расширением их функциональных возможностей. Для этого кардиорегистратор и рабочие места системы снабжены необходимыми дополнительными элементами, а способ включает в себя дополнительные упорядоченные действия.

B1

036792

036792

B1

Группа изобретений относится к медицинской технике и телемедицине и связана с проведением массовых кардиологических исследований, в том числе медико-биологических, врачебно-педагогических, психофизиологических и других, которые проводятся в сферах науки, образования, спорта и туризма, гигиены труда, домашнего самоконтроля, контроля состояния человека-оператора и др.

Конечной целью таких исследований является профилактика сердечно-сосудистых заболеваний среди различных групп населения и снижение рисков ухудшения здоровья человека при различных видах его деятельности. Поэтому возникает задача создания информационно-диагностических систем, отвечающих запросам не только медицинских учреждений, но и производственных, учебных, научных, физкультурно-оздоровительных, военных, ведомственных и других организаций, в которых осуществляются мероприятия по формированию здоровьесберегающей среды, улучшению экологии производства, предупреждения рисков профессиональных заболеваний.

Известна система дистанционного кардиологического мониторинга [1], используемая в клинических условиях для групповой регистрации электрокардиограмм у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. В состав этой системы входят мобильные кардиорегистраторы (торговая марка - "Easy ECG"), связанные посредством встроенного модуля связи Bluetooth с мобильными средствами передачи электрокардиограмм в сеть Интернет. В качестве мобильных средств передачи и хранения используются смартфон, планшет, либо ноутбук с 3G/WiFi-модемами. Далее электрокардиограммы передаются в медицинский центр приема и обработки групповых данных, включающий web-сервер и подключенные к нему рабочие места операторов-экспертов, в роли которых выступают высококвалифицированные врачи-кардиологи. Последние проводят всесторонний и детальный анализ электрокардиограмм, используя современные методы их обработки, и дают рекомендации врачам, лечащим этих больных.

Недостатком системы [1] является ее низкая эффективность применения в других сферах деятельности, требующих дистанционного и массового кардиологического контроля, например - в образовании, при решении задач врачебно-педагогических наблюдений за учащимися и студентами, занимающимися физической культурой и спортом, в спортивной медицине - при контроле за функциональным состоянием спортсменов, проведении с ними нагрузочных тестов, выезде на сборы в другую местность, на производстве - при слежении за состоянием водителей транспортных средств, работников опасных профессий и др. Это связано, в первую очередь, с конструктивными недостатками кардиорегистраторов "Easy ECG": объемной укладочной сумкой, габаритами прибора, типом используемых электродов, требующих применения гелей, отсутствием на приборе информационного дисплея и элементов индивидуальной настройки, зависимостью передачи данных от наличия сети Интернет.

Пропускная способность системы [1] и возможные масштабы охвата ею населения при организации домашнего самоконтроля и дистанционного консультирования невелики в силу ограниченного числа рабочих мест операторов-экспертов, работающих в медицинском центре. Расчетная нагрузка такого центра, по данным разработчиков системы, составляет всего лишь 300 электрокардиограмм в день [1], тогда как потребность в контроле за состоянием системы кровообращения испытывают десятки миллионов человек.

В силу обязательной интернет-коммуникации пользователей кардиорегистраторов и операторов-экспертов медицинского центра система [1] неприменима вне зоны действия сети Интернет. Тогда как в ряде случаев (в удаленных от телеоператора районах, исследованиях на рельефной местности, на шоссейных велогонках, авторалли, в зонах военных действий, стихийных катастроф и др.) возникает потребность в групповом дистанционном кардиологическом контроле. Даже при наличии сети Интернет отдельные (режимные) объекты могут исключать или ограничивать применение бытовых средств мобильной связи. Такая практика существует на атомных электростанциях, закрытых производствах, в военных организациях и др.

Известна, принятая за прототип изобретения, система массового дистанционного кардиомониторинга [2], включающая в себя подключенные к web-серверу системы рабочие места операторов-экспертов медицинского центра, а также подключенные к нему через мобильные средства связи (смартфон, планшет) кардиорегистраторы, которые имеют пару электродов, встроенных на их лицевой поверхности. В этой системе снимаемые электрокардиограммы (в дальнейшем сокращенно - ЭКГ), частота сердечных сокращений (в дальнейшем сокращенно - ЧСС) и другие показатели сердечной деятельности тестируемых отображаются на экране смарт-устройства (смартфона, планшета) и хранятся в них локально, а также передаются на web-сервер через 3G/4G/WiFi - модемы. Программы, установленные на web-сервер системы, согласно описанию [2], могут обеспечивать дальнейший анализ информации и необходимую отчетность.

Эта система также недостаточно эффективна для широкого внедрения, так как сохраняет практически все вышеперечисленные недостатки системы [1]. При этом конструктивное размещение встроенных электродов на плоской лицевой поверхности кардиорегистратора ограничивает число возможных отведений ЭКГ и не позволяет тестируемому снять сигнал в труднодоступных местах тела (с груди, нижних конечностей), что необходимо в ряде исследований. Более того, если больной сам не в состоянии удерживать прибор в руках и правильно устанавливать пальцы в имеющихся углублениях рабочей панели, то снять ЭКГ таким регистратором у него невозможно даже стороннему наблюдателю. И, наконец, система

с такими кардиорегистраторами не рассчитана на обеспечение длительного мониторинга ЭКГ-сигнала, например - во время сна или при операторской деятельности, так как невозможно удерживать руки на приборе столь длительное время и web-сервер системы [2] не рассчитан на продолжительное наблюдение за клиентом.

Общим недостатком систем [1] и [2] является отсутствие на кар-диорегистраторах информативного дисплея, позволяющего самому пользователю или его наблюдателю провести первичную диагностику, то есть - быстро и самостоятельно оценить состояние организма еще до подключения к мобильным средствам связи и сети Интернет, определить потребность в углубленном анализе ЭКГ специалистами. Проблема экспресс-оценок усиливается при работе с группой тестируемых, а также при управлении ее деятельностью, например - на ответственном производстве, перед началом рабочей смены, или в образовательных учреждениях - на занятиях в группах здоровья, при спортивной подготовке команды и др. Перед спортивным врачом, педагогом стоит задача быстро определить функциональную готовность участников занятий переносить высокие физические нагрузки, выявить лиц, нуждающихся в освобождении от них или требующих более пристального медицинского внимания. В домашних условиях, прежде чем обращаться за дистанционной консультацией (как правило - платной) пользователь кардиорегистратора также заинтересован предварительно оценить состояние организма, определить эффективность приема назначенных лекарств, проведенной физиотерапии и т.п.

Таким образом, пользователи кардиорегистраторов, применяемых в системах [1] и [2], вынуждены применять смартфон, планшет, либо компьютер с встроенным модулем связи Bluetooth для визуализации и анализа своих данных, а групповой контроль предполагает обязательное подключение всех смартфонов тестируемых к удаленному web-серверу. Это ставит обследуемых и их наблюдателей в затруднительное положение - их информированность напрямую зависит от наличия смарт-устройств, сети Интернет, устойчивости работы web-сервера, деятельности операторов-экспертов и т.д.

Отсутствие в кардиорегистраторах, составляющих основу систем [1] и [2], других узлов радиосвязи, кроме модуля связи Bluetooth, исключает возможность сбора данных о состоянии тестируемых при их нахождении вне зоны действия сети Интернет или отключении web-сервера.

Проблема эксплуатации рассмотренных систем дистанционного кардиомониторинга [1] и [2] заключается также и в том, что при массовом внедрении кардиорегистраторов, лежащих в их основе, количество обращений на web-сервер может превысить возможности операторов-экспертов, находящихся на рабочих местах медицинского центра, и в силу этого лица, действительно нуждающиеся в срочной консультации и медицинской помощи, могут не получить ее своевременно. Нельзя упускать из виду и тот факт, что операторы-эксперты медицинского центра работают по его общему трудовому графику и в ночные часы суток получить их консультацию проблематично.

Известен принятый за прототип второго изобретения способ массового дистанционного кардиомониторинга, также описанный в [2] и включающий персональный съем тестируемыми своих электрокардиограмм с помощью кардиорегистраторов уже рассмотренной системы [2], хранение и анализ данных на удаленном web-сервере системы и формирование на нем необходимой отчетности. Однако этому способу присущи перечисленные выше недостатки системы [2], что снижает эффективность его применения в упомянутых ранее сферах.

Поэтому целью данной группы изобретений является повышение эффективности и расширение сфер применения системы и способа массового дистанционного кардиомониторинга путем увеличения функциональных возможностей кардиорегистраторов, входящих в такую систему, а также путем введения других элементов и связей между ними. Конструктивные решения в части кардиорегистраторов направлены на повышение комфортности и оперативности съема электрокардиограмм у тестируемых, обеспечение достоверности оценки их функционального состояния, создание возможностей группового сбора данных при отсутствии сети Интернет. Введение новых элементов системы позволит расширить рамки проводимых экспериментов и повысить вероятность оказания срочной медицинской помощи нуждающимся. Все это, в конечном итоге, существенно увеличит число людей, охваченных кардиомониторингом, снизит нагрузку на операторов-экспертов медицинского центра и повысит эффективность профилактических мероприятий по заболеваниям сердца, проводимых в сферах образования, спорта, производства, транспорта и др.

Поставленная задача для первого изобретения решается тем, что система массового дистанционного кардиологического мониторинга включающая в себя подключенные через web-сервер сети Интернет рабочие места операторов-экспертов медицинского центра, а также подключенные к нему через мобильные средства связи кардиорегистраторы, которыми снабжены тестируемые и которые выполнены с двумя электродами, расположенными на лицевых панелях кардиорегистраторов и связанными с находящимися внутри кардиорегистраторов электронными блоками, включающими в себя модуль связи Bluetooth, имеет отличительные признаки: по крайней мере один кардиорегистратор дополнительно оснащен торцевыми электродами, соединенными с его электронным блоком, и содержит внутри себя сигнальный сумматор, подключенный к этому же электронному блоку, а также содержит разъем для подключения электродного кабеля с внешними электродами, причем три выхода этого разъема подключены к сигнальному сумматору, а четвертый выход соединен с одним из торцевых электродов и с одним из электродов,

расположенных на лицевой панели кардиорегистратора, при этом другой электрод, расположенный на лицевой панели кардиорегистратора, соединен с выходом сигнального сумматора.

Выполнение кардиорегистраторов системы с данными отличительными признаками позволит тестируемыми снимать ЭКГ в труднодоступных местах тела (с нижних конечностей, груди, живота и др.) и выбрать при этом то отведение, которое дает наибольшую амплитуду сигнала при их телосложении и удобно для проведения дальнейших измерений. Это важно, например, для достоверного анализа ЭКГ и ЧСС у лиц с вертикальной электрической осью сердца, у которых между двумя руками амплитуда сигнала крайне мала и находится на уровне шумов, а также важно для измерений в условиях двигательной активности тестируемых, когда возрастает уровень помех и шумов.

Кроме того, наблюдатель, находящийся рядом с тестируемым может снять у него ЭКГ таким кардиорегистратором в ситуациях, когда тестируемый не в состоянии сделать это самостоятельно (например - у тяжелобольного; человека, потерявшего сознание; травмированного; находящегося в состоянии интоксикации и др.).

Не менее важно, что такой кардиорегистратор позволяет тестируемому оперативно снять весь комплекс из 12 (двенадцати) общепринятых в клинической практике и спортивной кардиологии отведений ЭКГ [3,4], что могут потребовать операторы-эксперты медицинского центра и что невозможно выполнить с помощью кардиорегистраторов прототипа [2].

Применяя упомянутый электродный кабель с внешними электродами, можно освободить руки тестируемых от удержания кардиорегистратора и предоставить им возможность заниматься операторской деятельностью (работать за компьютером, операторским пультом, на тренажере и др.).

Дополнительные отличительные признаки первого изобретения:

как минимум один кардиорегистратор и как минимум одно из рабочих мест операторов-экспертов медицинского центра дополнительно снабжены радиомодемом, настроенным на работу в другом частотном диапазоне, чем модули связи Bluetooth кардиорегистратора;

в систему дополнительно включены рабочие места наблюдателей за тестируемыми, а также рабочие места специалистов других организаций, которые также подключены к web-серверу системы и которые оборудованы, по крайней мере, одним таким же радиомодемом, как и упомянутый радиомодем кардиорегистратора;

как минимум одно из каждой ее группы упомянутых рабочих мест выполнено на основе мобильной компьютерной техники и мобильных средств связи и обеспечено собственными программными средствами для приема и обработки электрокардиограмм тестируемых;

по крайней мере одной группой радиомодемов, подключенных к упомянутым рабочим местам системы, образована локальная сеть;

радиомодемы, используемые для формирования локальной сети, выполнены с большей выходной мощностью, чем радиомодемы кардиорегистраторов;

по меньшей мере часть ее упомянутых рабочих мест расположена на транспортных средствах и выполнена с возможностью своей эксплуатации в процессе перемещения транспортных средств;

радиомодемы, встроенные в кардиорегистраторы, и радиомодемы, которыми оборудованы рабочие места системы, выполнены с возможностью настройки их рабочей частоты;

радиомодемы, которыми оборудованы рабочие места системы, выполнены с возможностью работы сразу в нескольких частотных диапазонах;

web-сервер системы выполнен с возможностью длительной и непрерывной регистрации ЭКГ тестируемых, и с возможностью отражения информативных признаков их функционального состояния в виртуальных личных кабинетах тестируемых, доступных для операторов-экспертов медицинского центра, а также для наблюдателей и специалистов других организаций, получивших санкционированный доступ к соответствующим кабинетам тестируемых.

Включение в электронный блок кардиорегистратора радиомодема, работающего в другом частотном диапазоне, чем модуль связи Bluetooth, дает возможность транслировать данные с кардиорегистратора на устройство, отличное от смартфона, например - непосредственно на рабочее место оператора-эксперта, оборудованное таким же радиомодемом. Поскольку электронный блок кардиорегистратора позволяет присвоить каждому прибору свой электронный идентификационный номер и передавать его вместе с данными тестируемого, то это открывает оператору-эксперту возможность вести групповой контроль состояния тестируемых при отсутствии сети Интернет и соотнести при этом получаемые данные с именами тестируемых, внесенными в базу данных его компьютера. При обеспечении радиомодемами группы рабочих мест операторов-экспертов последние могут распределить между собой функции контроля или вести одновременное наблюдение за тестируемыми. Кроме того, такой группой рабочих мест может быть образована беспроводная локальная сеть. В условиях вышеупомянутого медицинского центра это может повысить надежность наблюдения за кардиобольными, так как не исключены неисправности в работе мобильных средств связи, к которым подключены кардиорегистраторы, web-сервера, проводной сети и т.д.

С помощью кардиорегистраторов предложенной конструкции, операторы-эксперты смогут наблюдать электрокардиограммы тестируемых во время нагрузочных проб и реабилитационных мероприятий

(дозированной ходьбы, велоэргометрии, прогулок, физиотерапии и др.), проводимых в процессе лечения инфарктов миокарда, нарушений ритма сердца и др. Причем благодаря радиомодемам это можно делать, не подключаясь к сети Интернет,

Введение в состав системы рабочих мест наблюдателей за тестируемыми и специалистов других организаций, которые также подключены к web-серверу системы и которые оборудованы такими же радиомодемами, как и кардиорегистраторы, существенно расширяет объемы кардиологических исследований, проводимых среди различных организаций и групп населения.

Под термином "наблюдатели" в данном изобретении понимаются люди, находящиеся в непосредственном контакте с тестируемыми. В условиях медицинского центра это могут быть врачи и медицинские сестры, но в целом наблюдатели не обязаны иметь специальное образование или проходить медицинскую подготовку, им достаточно изучить инструкцию к кардиорегистратору и руководство пользователя мобильным приложением. Наблюдателями могут быть родственники больного, члены семьи, лаборанты учреждений, операторы промышленных объектов, работники служб безопасности, члены спортивной команды и т.д., словом - те лица, которые в силу служебных обязанностей или иных обстоятельств могут выполнить наблюдение за тестируемыми, оказать им помощь в съеме ЭКГ, обеспечить сбор групповых данных на компьютер, их трансляцию на web-сервер и др.

К термину "специалисты других организаций" относятся, в первую очередь, врачи, работающие в других медицинских центрах и организациях (например - в научно-практических центрах кардиологии, спортивной медицины, трансплантологии, медсанчастях промышленных предприятий, медпунктах учреждений образования, спорта и туризма, военных организаций и др.). Также к термину "специалисты других организаций" относятся лица других профессий, имеющие профильное образование и достаточные компетенции для слежения за функциональным состоянием тестируемых и управления их деятельностью. Это могут быть тренеры спортивных команд, преподаватели физической культуры, физиологи, психологи и др. специалисты.

Подключение рабочих мест наблюдателей за тестируемыми и рабочих мест специалистов других организаций к удаленному web-серверу системы и оборудование их упомянутыми радиомодемами направлено в первую очередь на обеспечение on-line мониторинга за состоянием тестируемых и расширение возможного спектра источников консультаций. Например, в клиниках кардиорегистраторы, оснащенные радиомодемом, можно использовать непосредственно в палатах, в первую очередь в палатах интенсивной терапии и отделениях реанимации, где часто не хватает профессиональных кардиомониторов. В учреждениях образования и спортивных центрах оборудованные рабочие места специалистов помогут решить проблему функционального контроля молодежи в ходе проведения учебных занятий и спортивной подготовки.

Рабочее место наблюдателя в простейшем случае может представлять собой его личный смартфон или планшет, обеспеченный мобильным приложением для контактов с удаленным web-сервером системы и для локальной обработки электрокардиограмм тестируемых, получаемых по каналу Bluetooth от кардиорегистраторов, последовательно подключаемых к этому смартфону или планшету. Наблюдатели могут также использовать свои личные или служебные компьютеры, которые также снабжены программными средствами для приема (по каналу Bluetooth) и обработки электрокардиограмм тестируемых. Такие компьютеры могут быть оборудованы радиомодемами, позволяющими им принимать данные от радиомодемов кардиорегистраторов. В последнем случае наблюдатель может осуществлять групповой прием данных одним радиомодемом, с соответствующим временным разделением опроса используемых в группе кардиорегистраторов. При выявлении первичных признаков неудовлетворительного состояния кого-либо из тестируемых (речь о которых пойдет в описании полезной модели ниже) эти наблюдатели могут запросить консультацию операторов-экспертов удаленного медицинского центра и переслать на его web-сервер данные тестируемых и их электрокардиограммы, записанные до подключения к сети Интернет.

Специалисты других организаций, чьи рабочие места также подключены к web-серверу, могут также использовать мобильные средства связи (смартфоны и планшеты) и компьютеры, оборудованные радиомодемами системы, при этом на данных компьютерах может быть установлено другое, профессиональное программное обеспечение, которое дает возможность точнее проанализировать ЭКГ, либо проводить исследование в интересах их организаций (образовательных, военных, промышленных, научных и др.).

Выполнение рабочих мест наблюдателей на основе мобильной компьютерной техники и мобильных средств связи позволяет устанавливать рабочие места вне стационарных помещений и при необходимости - транспортировать эти рабочие места и самих наблюдателей вместе или вслед за тестируемыми. Например, при шоссейной велогонке ноутбук тренера, следующего за спортсменами в автомобиле, может располагаться в этом же автомобиле, и при обнаружении признаков неудовлетворительного состояния у кого-либо из участников заезда, тренер может отправить ЭКГ, записанную с помощью радиомодема, спортивному врачу команды или на удаленный web-сервер через сеть Интернет и получить нужную консультацию.

Условием применения радиомодемов в подобных экспериментах является выполнение мобильных

рабочих мест с возможностью их эффективной эксплуатации в ходе передвижения транспорта, например - вынесение антенны радиомодема на крышу автомобиля, обеспечение мобильного компьютера энергоемким аккумулятором и др.

Мобильные рабочие места, оборудованные радиомодемом, удобно использовать при управлении деятельностью тестируемых (например - на стадионе), применять при отсутствии сети Интернет или неисправности работы web-сервера, а также при отсутствии мобильных средств связи у тестируемых, при наличии запрета на использование таких средств связи. В дальнейшем собранные данные могут быть переданы на удаленный web-сервер на твердом носителе или при входе в зону действия сети и т.д.

Контроль состояния тестируемых в режиме on-line может осуществляться в виде амбулаторного дистанционного обслуживания кардиобольных, в целях уточнения бытовых обстоятельств ухудшения их электрокардиограммы, оценки эффективности назначенных фармпрепаратов и др.

Образование локальной сети радиомодемами, установленными на рабочих местах системы, открывает возможность всем участникам исследования одновременно видеть параметры тестируемых и обмениваться мнениями о их состоянии, причем - вне зависимости от наличия сети Интернет и расположения тестируемых. Например, в ходе биатлона компьютеры наблюдателей могут располагаться в опорных точках трассы, определяемых радиусом действия радиомодемов, и передавать по локальной сети данные от одного рабочего места к другим местам в on-line режиме. Спортивный врач, находясь в служебном помещении, сможет постоянно видеть состояние спортсменов и комментировать его для тренеров, находящимся вдоль трассы.

Усиление выходной мощности радиомодемов, установленных на рабочих местах специалистов может заметно снизить число необходимых рабочих мест и повысить надежность связи компьютеров, образующих локальную сеть.

Связь компьютеров по локальной сети и размещение по меньшей мере одного рабочего места в зоне действия сети Интернет позволит наблюдателям, а через них - тестируемым, получать рекомендации операторов-экспертов медицинского центра по обеспечению профилактических мер и сохранению здоровья тестируемых. В вышеприведенном примере с биатлоном участники гонки смогут вовремя получить рекомендацию высококвалифицированного кардиолога о целесообразности прекращения гонки или снижения физической нагрузки при появлении признаков, угрожающих их жизни (превышение порога ранее переносимой ЧСС, нарушение ритма сердца, превышающее допустимую норму, и др.). Другой пример - работа режимного или промышленного объекта. Здесь работники службы безопасности в случае ухудшения состояния кого-либо из операторов смогут вовремя вызвать ему медицинскую скорую помощь и произвести замену работника без остановки технологического процесса.

Возможность настройки рабочей частоты радиомодемов кардиорегистраторов и системы в целом, а также обеспечения работы радиомодемов, которыми оборудованы рабочие места, сразу в нескольких частотных диапазонах, позволит использовать систему массового дистанционного кардиомониторинга на тех объектах, где запрещено или ограничено применение сети Интернет, где для связи используются специально выделенные радиочастоты. Радиомодемы с регулируемой частотой связи целесообразно использовать в условиях горной местности, в шахтах, крупных городах, где имеются многочисленные источники радиопомех, и др.

При возможности применения радиомодемов сразу в нескольких частотных диапазонах прием данных может идти на одной частоте (на которую настроены радиомодемы кардиорегистраторов), а обмен информацией между наблюдателями - на другой частоте. Большая выходная мощность радиомодемов, подключенных к компьютерам наблюдателей, позволит обеспечить большую площадь покрытия зоны уверенного кардиоконтроля, что важно в случае передвигающихся тестируемых (например, при тренировке на гребном канале, реке).

Возможность длительной и непрерывной регистрации ЭКГ тестируемых на удаленном web-сервере, а также отражение информативных признаков функционального состояния тестируемых в их виртуальных личных кабинетах позволяет организовать непрерывный (круглосуточный, ночной и др.) мониторинг тестируемых, как на базе медицинского центра, так и на рабочих местах наблюдателей и специалистов других организаций, которые также подключены к web-серверу системы. Примерами могут служить наблюдения состоянием больных, спортсменов, операторов режимных объектов и др. Важным моментом является отображение функциональных параметров тестируемых в их личных кабинетах web-сервера в on-line режиме или, как минимум, приближение к такому режиму в случае высокой загрузки web-сервера. В этом случае родственники больного, находящегося в стационаре, могут в любой момент выйти в Интернет и посмотреть состояние близкого им человека, в том числе - в ночные часы. Тренер спортивной команды сможет дистанционно контролировать качество сна спортсмена, перенесшего интенсивные тренировки или травму, и прогнозировать его дальнейшую работоспособность.

Поставленная задача для второго изобретения решается тем, что способ массового дистанционного кардиомониторинга (фиг. 2), включающий персональный съем тестируемыми своих электрокардиограмм и передачу их на удаленный web-сервер системы массового дистанционного кардиомониторинга с помощью мобильных средств связи, с последующим их хранением, анализом операторами-экспертами и формированием необходимой отчетности, имеет отличительные признаки: применена рассмотренная

выше система массового дистанционного кардиомониторинга по первому изобретению, при этом съем электрокардиограмм у тестируемых осуществляют также их наблюдатели и специалисты других организаций, и в случаях отсутствия сети Интернет, отключения web-сервера, либо запрета на применение персональных мобильных средств связи регистрацию электрокардиограмм тестируемых осуществляют с помощью радиомодемов, встроенных в кардиорегистраторы и которыми оборудованы рабочие места системы, с последующей передачей собранных данных на удаленный web-сервер такой системы, их анализом операторами-экспертами, хранением результатов упомянутой регистрации и формированием необходимой отчетности.

Применение системы массового дистанционного кардиомониторинга по первому изобретению позволит использовать ее упомянутые преимущества и этим повысить эффективность способа массового дистанционного кардиомониторинга по второму изобретению, расширить сферы его применения. Регистрация наблюдателями и специалистами электрокардиограмм у тестируемых с последующей передачей данных на удаленный web-сервер, их анализом операторами-экспертами медицинского центра, хранением и формированием необходимой отчетности открывает новые возможности в проведении массового кардиомониторинга и позволяет реализовать его таким образом, что значительно сократятся сроки оказания медицинской помощи нуждающимся.

Речь идет в первую очередь о профилактике внезапной сердечной смерти (ВСС) у кардиологических больных и спортсменов, тренирующихся с полной самоотдачей, работников транспорта, работников вредных и ответственных производств, рискованных профессий. Даже если говорить об учащейся молодежи и студентах, чье здоровье раньше не вызывало опасений, то наблюдения последних лет [5] показывают, что контроль их функционального состояния все более необходим, в частности - при занятиях физической культурой и спортом, так как случаи ВСС участились и в образовательной среде.

Преимущества второго изобретения выражаются в том, что при отсутствии подготовки тестируемых или недееспособности человека снять у них ЭКГ и передать данные на консультативный портал смогут их наблюдатели. Специалист, управляющий работой группы тестируемых, также сможет проводить у них регистрацию ЭКГ и осуществлять сбор групповых данных, в том числе - в условиях отсутствия мобильных средств связи или сети Интернет, используя для этого вышерассмотренные рабочие места с радиомодемами.

Непрерывный контроль состояния тестируемых можно проводить, используя кардиорегистраторы с подключенными к ним электродными кабелями с внешними электродами. Это необходимо, например, при управлении транспортом и выполнении другой операторской работы, когда тестируемые не имеют возможности самостоятельно удерживать кардиорегистратор в руках, снимать и передавать электрокардиограммы на web-сервер. Данные, собранные при отсутствии сети Интернет, могут быть переданы на web-сервер при появлении этой сети или путем их переноса на твердом носителе.

Дополнительные отличительные признаки второго изобретения, повышающие эффективность его применения:

при персональном съеме электрокардиограмм кардиорегистраторами упомянутой системы по первому изобретению сами тестируемые и их наблюдатели производят первичную оценку состояния сердечно-сосудистой системы тестируемых на местах проведения такого персонального съема, причем без подключения кардиорегистраторов к web-серверу, и при этом такую первичную оценку они выносят по числовым значениям информативных признаков, отражаемых на символьно-цифровом дисплее кардиорегистраторов, а также по цвету этого дисплея и голосовым сообщениям, поступающим из динамика кардиорегистраторов, а достоверность оценок связывают с правильностью установок на упомянутом дисплее символов условий проведения тестирования и индивидуальных параметров тестируемых, выполняемых с помощью электронного блока кардиорегистратора и элементов его управления;

для упомянутой первичной оценки наблюдатели и специалисты других организаций применяют также собственные мобильные средства связи и компьютеры, оборудованные модулем связи Bluetooth, а также компьютеры, оборудованные радиомодемами системы, и на которые они устанавливают соответствующие мобильные приложения и программные средства для приема и обработки электрокардиограмм тестируемых, и при этом в случае образования локальной сети по первому изобретению прием электрокардиограмм осуществляют на одной частоте, соответствующей рабочей частоте радиомодемов кардиорегистраторов, а обмен информацией между участниками наблюдений осуществляют на другой частоте;

упомянутую первичную оценку функционального состояния тестируемых осуществляют средствами системы по первому изобретению путем подключения кардиорегистраторов системы к мобильным устройствам связи и компьютерам, имеющим встроенный модуль связи Bluetooth, а также к компьютерам, оборудованным радиомодемами упомянутой системы, с последующим визуальным сравнением формы усредненных кардиоциклов исходной и текущей электрокардиограмм, отражаемых на экране применяемого мобильного устройства связи или компьютера, а также путем выявления изменений амплитудно-временных, спектральных, фрактальных и других характеристик электрокардиограммы, полученных с помощью программных средств, установленных на эти устройствах, в ходе длительного наблюдения за состоянием тестируемых;

упомянутую первичную оценку функционального состояния тестируемых и контроль его динамики

осуществляют с помощью средств системы по первому изобретению путем съема и сопоставления одного и того же, но наиболее амплитудного, быстро доступного и удобного для каждого тестируемого в отдельности отведения электрокардиограммы;

исходные значения информативных признаков функционального состояния тестируемых, форму их электрокардиограммы и ее характеристики для последующего сравнения в динамике получают с помощью кардиорегистраторов системы по первому изобретению, в комфортном для тестируемых состоянии, на фоне их полноценного отдыха, в позе, максимально приближенной к дальнейшим исследованиям, и хранят эти данные в памяти кардиорегистраторов, памяти персональных мобильных средств связи, памяти используемых компьютеров, в виртуальных личных кабинетах тестируемых, размещаемых на web-сервере, а также в облачном хранилище сети Интернет;

регистрацию и передачу электрокардиограмм на web-сервер системы по первому изобретению производят в обязательном порядке в случаях жалоб тестируемых на ухудшение самочувствия, при выявлении объективных признаков их неудовлетворительного функционального состояния, а также при проведении нагрузочных проб с максимальными физическими усилиями тестируемых, а в остальных случаях передачу данных на web-сервер осуществляют только в плановом порядке - для периодического обновления исходных показателей тестируемых в их виртуальных личных кабинетах;

регистрацию и передачу на web-сервер стандартного комплекса из двенадцати отведений электрокардиограммы, принятого в клинической практике, либо других электрокардиографических отведений, указанных оператором-экспертом медицинского центра осуществляют системой по первому изобретению при создании виртуального личного кабинета тестируемого на удаленном web-сервере, а также по решению специалиста другой организации, осуществляющего непосредственный контроль над тестируемыми, с сохранением зарегистрированных отведений в персональных мобильных средствах связи, памяти компьютера, используемого упомянутым специалистом, в виртуальном личном кабинете тестируемого, а также в облачном хранилище сети Интернет; в остальных случаях съем и передачу электрокардиограмм на web-сервер производят только в одном, быстро доступном и удобном для каждого тестируемого отведении, с указанием вида этого отведения; и только по запросу оператора-эксперта медицинского центра приступают к съему и передаче всего стандартного комплекса отведений, или отдельных указанных им отведений;

у лиц с неудовлетворительным функциональным состоянием осуществляют ночной мониторинг их электрокардиограмм с применением системы по первому изобретению, а также с использованием рабочих мест их наблюдателей и привлеченных специалистов других организаций, при этом данные мониторинга отображают и сохраняют в виртуальных личных кабинетах таких тестируемых, а также на используемых рабочих местах системы, и при выявлении признаков ухудшения функционального состояния таких тестируемых принимают меры по оказанию им срочной медицинской помощи;

в ночные часы суток контроль за состоянием тестируемых, находящихся в домашних условиях и нуждающихся в кардиологическом контроле, осуществляют с применением системы по первому изобретению и с привлечением специалистов станции скорой медицинской помощи, чьи рабочие места также подключают к виртуальным личным кабинетам таких тестируемых и уведомлением дежурного оператора станции о необходимости проведения такого кардиомониторинга специалистом.

Многие из перечисленных отличительных признаков способа вытекают из описания системы, которая положена в основу его реализации, однако все они будут рассмотрены подробно и на примерах при описании сущности системы и способа массового дистанционного кардиологического мониторинга.

Сущность изобретений поясняется иллюстрациями, где на фиг. 1 и 2 показаны общие схемы, поясняющие, соответственно, устройство системы и сущность способа массового дистанционного кардиомониторинга; на фиг. 3 показан общий вид кардиорегистратора системы; а на фиг. 4 - его структурная схема; на фиг. 5 - фрагмент вида А на один из торцов кардиорегистратора по фиг. 3; на фиг. 6 - вид В сзади на кардиорегистратор по фиг. 3; на фиг. 7 - вид С сбоку на изделие по фиг. 3; на фиг. 8 и 9 - фрагменты видов с другого торца изделия, соответственно, со снятым и вставленным электродным кабелем; на фиг. 9 показан вариант схемы соединения встроенных и внешних электродов с сигнальным сумматором и электронным блоком кардиорегистратора по фиг. 3, 4 - при вставленном в него электродном кабеле; на фиг. 10-16 показаны примеры съема различных ЭКГ-отведений с помощью одного из кардиорегистраторов по фиг. 3, 4 системы по фиг. 1 при осуществлении способа по фиг. 2.

Система по первому изобретению, сущность которой иллюстрировано на фиг. 1-16, имеет следующие элементы с порядковыми номерами позиций, перечисленные в нижеприведенной таблице:

1	Кардиорегистратор
2	Корпус кардиорегистратора 1
3	Блок питания кардиорегистратора 1
4	Электронный блок кардиорегистратора 1
5	Дисплей кардиорегистратора 1
6	Элемент управления кардиорегистратора 1
7	Разъем кардиорегистратора 1 для подключения электродного кабеля 23
8	Встроенный электрод кардиорегистратора 1
9	Разъем кардиорегистратора 1 для подзарядки аккумулятора блока питания 3
10	Программируемый микропроцессор кардиорегистратора 1
11	Сигнальный сумматор кардиорегистратора 1
12, 13	Дополнительные встроенные торцевые электроды кардиорегистратора 1
14	Модуль связи Bluetooth кардиорегистратора 1
15	Динамик кардиорегистратора 1
16	Элемент настройки кардиорегистратора 1
17	Дисплейный символ на дисплее 5 кардиорегистратора 1
18	Графический символ на корпусе 2 кардиорегистратора 1
19	Углубление корпуса 2 кардиорегистратора 1
20	Дугообразный прилив корпуса 2 кардиорегистратора 1
21	Выпуклый дугообразный участок корпуса кардиорегистратора 1
22	Призматическое углубление корпуса 2 кардиорегистратора 1
23	Электродный кабель
24	Концевая часть электродного кабеля 23
25	Фиксатор разъема
26	Внешний электрод
27	Жила электродного кабеля 23
28	Разъем для подключения электродного кабеля 23 (вилка)
29	Резисторы сигнального сумматора 11 кардиорегистратора 1
30	Дополнительный радиомодем кардиорегистратора 1
31	Входной каскад усилителя электрокардиограммы кардиорегистратора 1
32	Симметрирующий резистор кардиорегистратора 1
33	Палец
34	Нога
35	Предплечье
36	Позиции электродов для грудных отведений электрокардиограммы
37	Система массового дистанционного кардиологического мониторинга
38	Web-сервер
39	Сеть Интернет
40	Рабочее место оператора-эксперта
41	Медицинский центр
42	Мобильное средство связи
43	Тестируемый
44	Рабочее место наблюдателя 45

45	Наблюдатель
46	Интернет-портал
47	Электрокардиограммы
48	Персональные данные тестируемых 43
49	Диагностические заключения операторов-экспертов и других медицинских специалистов
50	Практические рекомендации операторов-экспертов и других медицинских специалистов
51	Виртуальные личные кабинеты тестируемых (43)
52	Внешний модем
53	Локальная сеть
54	Научно-практический центр кардиологии
55	Научно-практический центр спортивной медицины
56	Медицинский центр учебного учреждения
57	Медицинский центр спортивной организации
58	Организации служб спасения

Основными элементами системы 37 (фиг. 1) по первому изобретению являются кардиорегистраторы (1).

Ниже описана конструкция их преимущественного выполнения.

В такую конструкцию любого из кардиорегистраторов (1) входит (фиг. 3-9) корпус (2) с размещенными внутри него блоком питания (3), электронным блоком (4), включающим модуль связи Bluetooth (14), и динамик (15), которые соединены между собой. Также имеются соединенные с электронным блоком (4) и размещенные на поверхности корпуса (2), со стороны его лицевой панели (фиг. 5-7): дисплей (5) и элементы управления (6), разъем (7) для подключения электродного кабеля (23), расположенный на одном из торцов корпуса (2), и размещенные возле элементов управления (6) встроенные электроды (8), два дополнительных встроенных торцевых электрода (12, 13), расположенные по торцам корпуса, и разъем (9) для подзарядки блока питания (3). Разъем (9) расположен на одной из боковых поверхностей корпуса (2).

Электронный блок (4) обеспечивает прием, усиление, аналого-цифровое преобразование и обработку электрокардиограмм (в дальнейшем сокращенно - ЭКГ). Узлы, выполняющие эти перечисленные функции в электронном блоке (4), на схеме (фиг. 3) не показаны, так как они хорошо известны и отражены, например, в описании другого аналогичного прибора [6]. Электронный блок (4) обеспечивает также передачу данных с помощью модуля радиосвязи Bluetooth (14) на внешнее устройство связи через сеть Интернет (например - смартфон или планшет) и содержит программируемый микропроцессор (10), соединенный с элементами настройки (16) и дисплеем (5), и сигнальный сумматор (11), соединенный с встроенными электродами (8), (12) и внешними электродами (26) таким образом, что портативным телемедицинским кардиорегистратором-монитором (1) можно снять весь стандартный комплекс из 12 (двенадцати) отведений ЭКГ, общепринятых в клинической и спортивной кардиологии [3,4]. Это отведения, обозначаются как "I, II, III, avR, avL, avF, V1, V2, ...V6".

Часть этих отведений, а также других, нередко применяемых в практике (DS, R-V4, R-V5 и т.д.), можно снять беспроводным образом (I, II, III, R-V5 и др.), а часть (усиленные, грудные) - с применением электродного кабеля (23), имеющего минимум проводов - три, либо четыре, в зависимости от задач и условий исследования. (Для сравнения: во многих клинических и портативных электрокардиографах для этого используется 10, реже - 5-6 проводов).

Дополнительный встроенный электрод (12), расположенный на левом торце корпуса (2) (фиг. 5 - вид А по фиг. 4), соединен со встроенным электродом (8), расположенным с той же стороны (фиг. 5 и фиг. 10), а также с одним из входов электронного блока (4) и одним из выходов разъема (7) для подключения электродного кабеля (23) (фиг. 10 и фиг. 8), а выход сигнального сумматора (11) подключен к другому встроенному электроду (8) (фиг. 4, фиг. 10), который, в свою очередь, подключен к другому входу электронного блока (4). При этом встроенный электрод (13), расположенный с правого торца корпуса (фиг. 4 - вид Б по фиг. 4, фиг. 6), является, по сути, референтным и соединен с третьим входом электронного блока (4), а три входа сигнального сумматора (11) соединены с тремя другими выходами разъема (7) для подключения электродного кабеля (23).

Такое техническое решение позволяет быстро снять любое требуемое отведение ЭКГ путем обеспечения контакта встроенных электродов (8, 12, 13) с телом испытуемого или размещения на теле внешних электродов (26), подключаемых через электродный кабель (23). Примеры съема отведений представлены на фиг. 13-16 и поясняются ниже по тексту.

Встроенные электроды (8) и дополнительный встроенный торцевой электрод (12) выполнены емко-

стными с параметрами, обеспечивающими передачу ими электрокардиографического сигнала. Дополнительный встроенный торцевой электрод (13) выполнен из токопроводящего материала. В качестве электродов (12), выполненных емкостными применены известные конструкции [7], которые эффективнее электродов, используемых в прототипе [2], так как они не требуют обработки кожи тела исследуемого и применения электродных гелей. Электроды (12) имеют низкие контактные и поляризационные потенциалы, они менее чувствительны к артефактам движения, поэтому обеспечивают лучшую помехозащищенность при съеме ЭКГ у людей с повышенным мышечным тремором. Это важно для эффективного применения кардиорегистраторов, всей системы в целом и способа, во всех его вариантах, в сферах физической культуры и спорта, или в производственном процессе, на заводах, в диспетчерских службах, для контроля за состоянием человека-оператора и др.

Помехоустойчивость контроля ЭКГ повышается, в сравнении с прототипом [2], также благодаря тому, что встроенные электроды (8) и дополнительный встроенный торцевой электрод (12) имеют небольшую контактную площадь, которая практически не меняется при прижиге к ним пальцев руки. Сохранению постоянной емкости контакта пальцев и встроенных электродов (8) способствует наличие приливов (20), препятствующих сильному давлению пальцев на эти электроды.

Расположение встроенных электродов (8) в небольших углублениях (19) и наличие дугообразных приливов (20) облегчает нахождение мест расположения электродов на корпусе (2) в темное время суток и людям с ослабленным зрением.

Снижению помех способствует дополнительный встроенный торцевой электрод (13), выполненный из токопроводящего материала и подключенный к третьему входу электронного блока (4), который содержит схему компенсации наводок и дрейфа изолинии. Такая схема не показана, так как ее решения известны и отражены в описании аналога [6]. Дополнительный встроенный торцевой электрод (13), кроме того, выполняет функцию фиксатора кардиорегистратора (1), так как конструктивно он выполнен в виде клипсы-зажима (фиг. 4). Это техническое решение дает возможность тестируемому контактировать с торцевым электродом (13), как при удержании прибора в руках, так и при его размещении на одежде. Например, при тестировании больного или спортсмена на велоэргометре или бегущей дорожке (фиг. 16) руки тестируемого должны быть свободны, поэтому съем ЭКГ осуществляется через внешние электроды (26), соединенные с кардиорегистратором (1) через электродный кабель (23), а контакт дополнительного встроенного торцевого электрода (13) с телом обеспечивается путем фиксации изделия на брюках или майке тестируемого с касанием тела огибающей частью дополнительного встроенного торцевого электрода (13).

Выполнение дополнительного встроенного торцевого электрода (12) в виде прилегающей к корпусу (2) пластины, повторяющей контуры его торцевой части и имеющей округленные края, исключает травмирование кожи тестируемого при прижиге кардиорегистратора (1) к телу и дает этим возможность безопасно прикладывать его к мягким тканям, например - молочной железе у женщин.

Выполнение другого дополнительного встроенного торцевого электрода (13) в виде выступающей над противоположным торцом корпуса (2) пластины, в которой имеется вырез, а в прилегающей к нему поверхности корпуса - призматическое углубление, обеспечивает надежную фиксацию электродного кабеля (23) в разъеме (7) с помощью специального фиксатора разъема (25), выполненного в виде кольца и расположенного на концевой части (24) электродного кабеля (23). Это повышает надежность и достоверность измерения информативных признаков состояния тестируемого при его двигательной активности, длительном мониторинге ЭКГ у тяжелобольного, контроле состояния оператора и т.д., то есть делает применение кардиорегистратора (1) более эффективным.

Отражение элементов настройки (16) программируемого микропроцессора (10) на символьном поле дисплея (5) позволяет тестируемому или его наблюдателю проверить корректность оценок функционального состояния организма и голосовой интерпретации информативных признаков, рассчитываемых из ЭКГ и выводимых на дисплей (5), так как с помощью элементов настройки (16) и управления (6) в микропроцессоре (10) перед началом эксперимента задаются условия проведения измерений (покой/нагрузка), индивидуальные параметры тестируемого (пол, возраст, физическая подготовленность), а также другие настройки прибора (часы, длительность записи ЭКГ, пороги подачи тревожного сигнала и др.).

Оценка информативных признаков, например - численных показателей состояния сердечно-сосудистой системы: ЧСС - частоты сердечных сокращений, СИ - стресс-индекса, ВР - вариационного размаха пульса, отражаемых на дисплее (5), производится через интуитивно понятную его цветовую подсветку, выражаемую, например, в 5-бальной цветовой шкале: зеленый, желтый, оранжевый, красный и фиолетовый цвета, которые отражают, соответственно, отличное, хорошее, удовлетворительное, плохое и очень плохое состояния тестируемого.

Голосовые сообщения, выводимые на динамик (15) с помощью программируемого микропроцессора (10), дают более подробную интерпретацию и рекомендации. Голосовые сообщения формируются микропроцессором (10) на основе встроенных алгоритмов и микросхем, имеющих в электронном блоке (4). Голосовые сообщения помогают пожилым людям, детям и не специалистам быстро освоить прибор и правильно ориентироваться в показателях, отражаемых на дисплее (5). Как результат, голосовой

комментарий в большинстве случаев позволяет удовлетворить запрос пользователя прибора об оценке состояния его системы кровообращения и исключить потребность в дистанционной врачебной консультации (как правило - платной). При широком внедрении кардиорегистраторов будет уменьшено число малообоснованных обращений на web-портал и операторы-эксперты медицинского центра смогут больше внимания уделить анализу ЭКГ действительно больных людей.

С целью повышения удобства удержания в руках кардиорегистратора (1) при съеме усиленных и грудных отведений, когда не следует касаться встроенных электродов (8), корпус (2) выполнен с выпуклыми дуговыми участками (21) своих боковых сторон, что создает дополнительный упор пальцам (33), удерживающим корпус (2) прибора при его прижиме к груди или конечности.

Основным приемом (фиг. 11) использования кардиорегистратора (1) является удержание его двумя руками самим тестируемым, с приложением пальцев (29) к встроенным электродам (8) и дополнительному встроенному торцевому электроду (13).

Такой прием применяется в целях оперативного съема электрокардиограммы беспроводным способом, и он обеспечивает запись I (первого) стандартного отведения ЭКГ. Однако не у всех людей такое отведение является высокоамплитудным, поэтому можно использовать и другие приемы - регистрировать стандартные отведения от нижней конечности (II или III), удерживая прибор соответственно правой, либо левой рукой, с касанием пальцами этой руки встроенного электрода (8), расположенного на корпусе (2) справа (фиг. 4), и дополнительного встроенного торцевого электрода (13), и прикладыванием прибора к левой ноге (фиг. 12), касаясь ее дополнительным встроенным торцевым электродом (12).

Для надежного самоконтроля ЧСС при занятиях физическими упражнениями всем участникам занятий рекомендуют экспериментально, с помощью смартфона и установленного на нем мобильного приложения (на рисунках не показаны), выбрать для себя наиболее амплитудное, быстро доступное и удобное для съема ЭКГ отведение, и пользоваться им в дальнейшем.

Многим спортсменам и пожилым людям удобнее пользоваться отведениями типа "R-V4", "R-V5", как это показано на фиг. 13, с приложением дополнительного встроенного торцевого электрода (12) к левой части груди (или живота) и удержанием кардиорегистратора (1) правой рукой, с касанием ее пальцами (33) правого основного электрода (8) и дополнительного встроенного электрода (13). Такое отведение не относится к стандартным клиническим отведениям, но его высокая амплитуда позволяет успешно регистрировать ЧСС и анализировать сердечный ритм при физических нагрузках или треморе рук.

Для длительной записи ЭКГ, например - в ходе ночного кардиомониторинга, удержание данного прибора в руках неудобно, поэтому здесь следует применять электродный кабель (23) и располагать внешние электроды (26) на груди, в позициях (36), дающих высокоамплитудный сигнал. Такой прием оправдан при наблюдениях за состоянием тяжелобольного или ребенка, при нагрузочном тестировании спортсмена, мониторинге состояния человека-оператора, самоконтроле при работе за компьютером (примеры - на фиг. 15 и 16).

Элементы управления (6) кардиорегистратора (1) позволяют с помощью элементов настройки (16) программируемого микропроцессора (10) задать режим контроля ЭКГ при нагрузочном тесте, предусмотренном в приборе, рассчитать индекс физической подготовленности (ИФ) тестируемого после завершения теста. Значение этого индекса и измеренных информативных признаков (ЧСС, СИ, ВР) сохраняются в памяти кардиорегистратора. Элементы управления (6) позволяют также установить пороговые значения информативных признаков (ЧСС, СИ, ВР) для подачи тревожного сигнала при превышении этих порогов.

Мобильное приложение (не показано), устанавливаемое на применяемые тестируемыми, наблюдателями и специалистами средства связи (смарт-устройства) позволяет им провести более глубокую обработку ЭКГ, принятой по каналу Bluetooth (фильтрацию, усреднение, расчет спектра, показателей вариабельности, амплитудно-временных и других параметров), и сохранить все параметры в памяти смартфона, а также передать их на удаленный web-сервер.

Встроенный дополнительный радиомодем (30) обеспечивает передачу этих же данных по другому каналу радиосвязи, на удаленный компьютер, оборудованный таким же радиомодемом (52) (фиг. 1, фиг. 2), как это было кратко рассмотрено выше, при характеристике признаков системы (37), и как более предметно поясняется ниже, при рассмотрении сущности системы (37) в целом. Специалисты других организаций, работающие с собственным профессиональным программным обеспечением, получают электрокардиограммы через радиомодемы (30) и (52), и обрабатывают их на более высоком уровне (например, с автоматическим вынесением синдромального заключения, on-line анализом спектра, поздних потенциалов и т.д.). Это открывает новые возможности в организации индивидуального и группового кардиомониторинга, так как повышает надежность системы и способствует получению информации об адаптационных способностях тестируемых при длительном наблюдении за ними и при выполнении нагрузочных тестов, что не обеспечивается прототипом [2].

Выполнение нагрузочных проб под контролем ЭКГ весьма актуально для учреждений образования, где регулярно проводится прием физических нормативов, подбирается доказательная база эффективности занятий оздоровительными упражнениями. Аналог кардиорегистратора, описанный в [6], в этом плане также не функционален и не пригоден для применения при физической активности.

Программируемый микропроцессор (10) позволяет каждому такому кардиорегистратору (1) свой присвоить электронный идентификационный номер и передавать его через радиомодем (30) вместе с данными тестируемого, что в свою очередь, обеспечивает возможность соотнести эти данные с именем тестируемого, внесенным в базу данных удаленного компьютера.

Такое техническое решение дает возможность создать на базе кардиорегистраторов (1) и рабочих мест наблюдателей (45) (фиг. 1, фиг. 2) и специалистов других организаций (54-58) систему группового кардиомониторинга, функционирующую вне сети Интернет, либо подключаемую к этой сети (то есть - удаленному web-серверу медицинского центра) только при возникновении такой потребности.

Такие системы массового группового дистанционного кардиомониторинга весьма востребованы в учреждениях образования (детских дошкольных учреждениях, школах, вузах), здравоохранения (больницах, санаториях, профилакториях и др.), спорта и туризма (детско-юношеских спортивных школах и др.), на производстве (контроль за состоянием операторов). В этих учреждениях применение смарт-устройств и контакт с web-порталом не всегда необходимы, а в отдельных случаях (на закрытых ведомственных, промышленных, военных объектах) запрещены или невозможны. Поэтому данные тестируемых, собранные на компьютер наблюдателя или специалиста, могут быть переданы на удаленный (ведомственный) web-сервер по окончании эксперимента, на твердом носителе или путем перемещения компьютера наблюдателя в зону действия сети Интернет.

Касаясь других преимуществ кардиорегистратора (1) относительно прототипа [2] и аналогов [1, 6], отметим, что тревожные звуковые сигналы этого прибора могут представлять собой голосовое сообщение, указывающее на наименование параметра, вышедшего за пороговое значение, и величину выявленных отклонений. Такое сообщение может передаваться как в динамик (15) кардиорегистратора, так и в Bluetooth-наушник наблюдателя (например - члена семьи или дежурного медперсонала клиники), через модуль связи Bluetooth (14). Однако радиус действия последнего ограничен несколькими метрами, поэтому это сообщение может передаваться в наушник или на компьютер наблюдателя (45) через дополнительный радиомодем (30) и (52). При этом динамик (15) может быть отключен, чтобы не беспокоить больного и его окружающих.

Небольшие габаритные размеры и масса (160×35×20 мм, 90 г) созданных образцов (фиг. 1) такого кардиорегистратора (1) позволяют отнести его к разновидности портативного телемедицинского кардиорегистратора-монитора, используемого для самоконтроля и телемедицины. Врачу и пациенту, тренеру и спортсмену, преподавателю и студенту удобно носить такое малогабаритное изделие с собой и использовать при необходимости, либо по указанию специалиста.

Система массового дистанционного кардиологического мониторинга (37) (фиг. 1), основанная на применении таких кардиорегистраторов (1), включает в себя подключенные через web-сервер (38) сети Интернет (39) рабочие места (40) операторов-экспертов медицинского центра (41), а также подключенные к нему, через мобильные средства связи (42), кардиорегистраторы (1), которыми снабжены тестируемые (43) и предпочтительная конструкция которых уже описана.

Кроме того, как показано на фиг. 1, система массового дистанционного кардиологического мониторинга (37) содержит подключенные через web-сервер (38) сети Интернет (39) рабочие места (44) и наблюдателей (45) за тестируемыми (43) и рабочие места специалистов других организаций (54-58) (фиг. 2).

В примере, показанном на фиг. 1, тестируемые - это спортсмены (43), наблюдатель (45) - это их тренер или врач команды, с планшетом в руках, подключенным к web-серверу (38) системы (37) или с мобильным компьютером (40), оборудованным радиомодемом (52). Тренер и врач команды могут также рассматриваться как специалисты, работающие в учреждении образования (56) или спортивной организации (57), осуществляющие научные исследования на базе этих учреждений и управляющие спортивной подготовкой группы.

Таких учебных групп, а также одиночных тестируемых (43) с их наблюдателями (45), находящимися в домашних условиях или работающих на рабочих местах (44), в системе может быть множество, и в каждой группе могут решаться свои задачи исследования (по их направленности, продолжительности числу участников и т.д.).

Многие известные исследования проводятся преимущественно в целях контроля ЧСС у тестируемых (43), деятельностью которых управляют их наблюдатели (45), поэтому только в случаях жалоб тестируемых на самочувствие или обнаружения объективных признаков их неудовлетворительного функционального состояния данные тестируемых и их электрокардиограммы передаются на web-портал (46) системы для анализа оператором-экспертом медицинского центра (41) или, через этот же портал, - специалистам других организаций (54-57). Через удаленный web-сервер (38), либо напрямую, с помощью популярных мессенджеров (viber, e-mail, whatsapp и др.) фрагменты ЭКГ тестируемого могут быть переданы его лечащему врачу или другому консультанту, а при ухудшении состояния тестируемого - непосредственно оператору службы спасения (58), которую в первую очередь представляет станция скорой медицинской помощи.

Ее рабочие места могут быть постоянно подключены к удаленному web-серверу системы массового дистанционного кардиологического мониторинга (37) для оказания услуг по длительному, например -

ночному мониторингу состояния тестируемых, находящихся в домашних условиях и нуждающихся в таком контроле.

Web-сервер (38) системы в сети Интернет (39) соединен с web-порталом (46), на котором хранятся (это показано развернуто) виртуально все полученные электрокардиограммы (47) и персональные данные (48) тестируемых (43), диагностические заключения (49) и практические рекомендации (50) операторов-экспертов медицинского центра (41) и других специалистов (54-58). Эти сведения размещены в виртуальных личных кабинетах (51) тестируемых (43).

Web-сервер (38) выполнен с возможностью длительной и непрерывной регистрации ЭКГ тестируемых (43), и с возможностью отражения информативных признаков их функционального состояния в их виртуальных личных кабинетах (51), доступных для операторов-экспертов медицинского центра (41) и других специалистов (54-58), а также наблюдателей (45), получивших доступ к виртуальным личным кабинетам (51) тех тестируемых, с которыми они взаимодействуют.

В систему массового дистанционного кардиологического мониторинга (37) включены также, с возможностью подключения к ее рабочим местам (40, 44, 54-58), внешние радиомодемы (52), имеющие тот же частотный диапазон работы, что и (фиг. 3) радиомодемы (30) кар-диорегистраторов (1). При этом эти радиомодемы, подключенные к рабочим местам системы, могут образовывать между собой локальную сеть (53) (фиг. 2).

Радиомодемы (52) могут быть выполнены с возможностью настройки рабочей частоты или работы сразу в нескольких частотных диапазонах, что расширяет сферы возможного применения системы.

Рабочие места специалистов, связанные с web-порталом (46) системы (37), могут располагаться (фиг. 2) в центрах проведения научных и прикладных исследований, например - в научно-практическом центре кардиологии (54), научно-практическом центре спортивной медицины (55), в медицинском центре учебного учреждения (56), медицинском центре спортивной организации (57), а также на ведомственных объектах (не показано), академических и отраслевых институтах (не показано). Специалисты этих организаций, находясь вне своих стационарных рабочих мест, дополнительно могут пользоваться своими собственными или служебными мобильными средствами связи, обеспеченными мобильными приложениями для коммуникации с интернет-порталом (46), или мобильными компьютерами (40) с установленными на них профессиональными программами анализа ЭКГ, обеспечивая этим возможность постоянной и немедленной консультации индивидуальных пользователей кардиорегистраторов (1) или наблюдателей (45), взаимодействующих с группами.

Мобильные компьютеры наблюдателей (45) и специалистов (41, 54-48), оборудованные радиомодемами (52) могут размещаться на транспортных средствах (не показаны) и перемещаться вслед за тестируемыми и обеспечивать длительный непрерывный контроль за их состоянием в движении. Для этого должны быть созданы соответствующие условия (резервный аккумулятор, выносная антенна и др.).

Если движение тестируемых осуществляется по кругу или вдоль конкретной траектории (линии метро, лыжной трассы и др.), то более целесообразно разместить рабочие места наблюдателей или специалистов вдоль этой трассы и образовать на их основе локальную сеть. Это позволит всем участникам исследования одновременно видеть параметры тестируемых (принимаемых на одной частоте радиомодемов 30 и 52), и обмениваться мнениями о их состоянии (на другой частоте радиомодемов 52, которыми оборудованы компьютеры). А при контакте с web-сервером хотя бы одного из компьютеров, включенных в локальную сеть, данные тестируемых можно, при необходимости, передать в медицинский центр (41) или научный центр (54, 55) или медицинские центры (56, 57) организаций, которые работают с тестируемыми (43). Наконец в подобных наблюдениях дистанционно могут участвовать специалисты службы спасения (58), например врачи станции скорой медицинской помощи, которые при необходимости могут выехать на место проведения исследований и оказать эту помощь нуждающемуся.

Способ массового дистанционного кардиологического мониторинга (фиг. 1, 2) осуществляют за счет персонального съема тестируемыми (43) своих электрокардиограмм (47) и передачу их в систему массового дистанционного кардиологического мониторинга (37) через мобильные средства связи (42), с последующим хранением результатов упомянутого съема на удаленном web-сервере (38). Данные результаты анализируются операторами-экспертами медицинского центра (41), размещенными на своих рабочих местах (40). Рабочие места (40) подключены к web-серверу (38), на котором происходит формирование необходимой отчетности. При этом наблюдатели (45) за тестируемыми (43) и специалисты других организаций (54-58), работающие с тестируемым (43), также могут осуществлять персональный съем ЭКГ у тестируемых (43), с последующей их передачей в систему массового дистанционного кардиомониторинга (37). Там обеспечивается хранение результатов упомянутого съема на удаленном web-сервере (38), их анализ операторами-экспертами медицинского центра (41) и формирование необходимой отчетности.

При отсутствии сети Интернет (39), или при недоступности зоны действия этой сети в конкретной местности, или при отсутствии мобильных средств связи (42) или при наличии запрета на их использование, или при нарушениях функционирования web-сервера (38) или при отключениях интернет-портала (46), способ массового дистанционного кардиомониторинга осуществляют с помощью радиомодемов (30), встроенных в кардиорегистраторы (1). Данными радиомодемами оборудованы рабочие места (40,

54-58) системы (37), с последующей передачей собранных данных на удаленный web-сервер (38) такой системы, их анализом операторами-экспертами медицинского центра (41), хранением результатов упомянутой регистрации на web-сервере (38) и формированием необходимой отчетности.

При персональном съеме электрокардиограмм (47) кардиорегистраторами (1) сами тестируемые (43) и их наблюдатели (45) производят первичную оценку состояния сердечно-сосудистой системы тестируемых (43) на местах проведения такого персонального съема, причем без подключения к web-серверу (38). Эту первичную оценку они выносят по числовым значениям информативных признаков, отражаемых в символично-цифровой форме (фиг. 1) дисплея (5) кардиорегистраторов (1), а также по цвету этого дисплея (5) и по голосовым сообщениям, поступающим из динамика (15, фиг. и 4) кардиорегистраторов (1). При этом достоверность оценок связывают с правильностью установок на упомянутом дисплее (5) дисплейных символов (17, фиг. 1) для условий проведения тестирования и индивидуальных параметров тестируемых (43), выполняемых с помощью электронного блока (4, фиг. 2) кардиорегистраторов (1).

Для упомянутой первичной оценки на местах и передачи данных на web-сервер (38) используют также мобильные средства связи (42), оснащенные каналом связи Bluetooth и мобильными приложениями для приема и обработки электрокардиограмм, компьютеры с таким же каналом связи Bluetooth и со встроенными 2G/3G/4G/5G/Wi-Fi-модемами для подключения к сети Интернет, а также компьютеры, к которым подключены внешние модемы (52). На данных компьютерах специалисты устанавливают собственные, профессиональные программы для приема и обработки электрокардиограмм.

Первичную оценку функционального состояния тестируемых (43) осуществляют, например, на основе анализа показателей variability сердечного ритма, измеряемых кардиорегистраторами (1), а также восприятия цвета дисплея (5, фиг. 1) на них и выдаваемых через их динамики (15, фиг. 2 и 4) голосовых сообщений, зависящих от установленных на дисплее (5, фиг. 1) условий проведения измерений и индивидуальных параметров тестируемого (43).

Первичную оценку функционального состояния тестируемых (43) осуществляют также путем визуального сравнения формы усредненных кардиоциклов исходной и текущей электрокардиограмм, отражаемых на экране применяемого мобильного устройства связи или компьютера, а также путем выявления изменений амплитудно-временных, спектральных, фрактальных и других характеристик электрокардиограммы, полученных с помощью программных средств, установленных на эти устройствах, в ходе длительного наблюдения за состоянием тестируемых.

Первичную оценку функционального состояния тестируемых (43) и контроль его динамики осуществляют, как правило, путем съема и сопоставления одного и того же, но наиболее амплитудного, быстро доступного и удобного для каждого тестируемого в отдельности отведения электрокардиограммы.

При описании преимуществ кардиорегистратора (1) перед прототипом [2] и аналогами [1, 6] была пояснена роль высокоамплитудного отведения в повышении достоверности оценки функционального состояния тестируемых и показаны возможные варианты получения с помощью кардиорегистратора (1) высокоамплитудного сигнала. Следует также отметить, что в интерпретации электрокардиограммы большую роль играют грудные отведения по Вильсону (V1, V2...V6) и усиленные отведения от конечностей (aVR, aVL, aVF), иллюстрируемые в руководствах для клинических и спортивных кардиологов [3,4].

Чтобы получить эти отведения с помощью кардиорегистратора (1), к нему подключают трехпроводной немаркированный электродный кабель (23) и на три конечности (руки и левую ногу) накладывают внешние электроды (26). Для съема каждого из названных выше усиленных отведений два любых провода этого кабеля подключают к внешним электродам (26), установленным на двух конечностях (их сигналы идут на сигнальный сумматор (11) (фиг. 10), а к третьей конечности прикладывается сам кардиорегистратор (1), точнее - его дополнительный встроенный электрод (12) (фиг. 3). Такой прием может выполнить, как сам тестируемый (43), так и его наблюдатель (45). Пример съема усиленного отведения "aVF" дан на фиг. 13.

Грудные отведения (V1, V2...V6) снимаются при подсоединении к трем внешним электродам (26) на конечностях всех трех проводов электродного кабеля (23). Все три сигнала идут на сигнальный сумматор (11) (фиг. 10), а дополнительный встроенный торцевой электрод (12) прикладывается поочередно к нужным позициям (36) на груди тестируемого (фиг. 14 - позиции V1, V2, ...V6 отмечены).

Если руки тестируемого должны быть свободны, применяют четырехпроводной электродный кабель (23), где имеется обозначенная белым цветом или символом (V), либо (C) клипса, или одна из жил (27) кабеля (23), которая соответствует грудному электроду. Эту клипсу можно подключить к любому из электродов (26), установленных в указанных (фиг. 14) позициях по Вильсону или в другой позиции.

Исходные значения информативных признаков функционального состояния, форму электрокардиограммы (47) и ее характеристики для последующего сравнения в динамике получают с помощью кардиорегистраторов (1) в комфортном для тестируемых (43) состоянии, на фоне полноценного отдыха, в позе, максимально приближенной к дальнейшим исследованиям, и хранят их в кардиорегистраторах (1), в памяти персональных мобильных средствах связи (42), памяти применяемых компьютеров, в виртуальных личных кабинетах (51) тестируемых (43), размещаемых на web-сервере интернет-портала (46), а также (не показано) в облачном хранилище сети Интернет (39).

Регистрацию и передачу электрокардиограмм (47) на web-сервер интернет-портала (46) производят

в обязательном порядке в случаях жалоб тестируемых на ухудшение самочувствия, при выявлении объективных признаков их неудовлетворительного функционального состояния, а также при проведении нагрузочных проб с максимальными физическими усилиями тестируемых, а в остальных случаях передачу данных на web-сервер осуществляют только в плановом порядке - для периодического обновления исходных показателей тестируемых в их виртуальных личных кабинетах.

Регистрацию всего стандартного комплекса из 12 (двенадцати) отведений электрокардиограммы (47), принятого в клинической практике и спортивной кардиологии [3, 4], либо других электрокардиографических отведений, указанных оператором-экспертом медицинского центра (41), осуществляют с применением средств системы по первому изобретению при создании виртуального личного кабинета (51) тестируемого на удаленном web-сервере (38), а также по решению специалиста другой организации, (54-58), осуществляющего непосредственный контроль над тестируемыми, с сохранением зарегистрированных отведений в персональных мобильных средствах связи (42), памяти компьютера (40), используемого упомянутым специалистом, в виртуальном личном кабинете (51) тестируемого, а также в облачном хранилище сети Интернет; в остальных случаях съем и передачу электрокардиограммы на web-сервер (38) производят только в одном отведении, быстро доступном и удобным для каждого тестируемого (43) в отдельности, с указанием вида этого отведения; и только по запросу оператора-эксперта медицинского центра (41) приступают к съему и передаче всего стандартного комплекса отведений, или отдельных указанных им отведений.

У лиц с неудовлетворительным функциональным состоянием осуществляют ночной мониторинг их электрокардиограмм с применением системы (37) и подключением рабочих мест их наблюдателей и привлеченных специалистов других организаций (54-58) к виртуальным личным кабинетам (51) этих тестируемых, при этом данные ночного мониторинга отображают в этих виртуальных личных кабинетах (51) тестируемых с максимально возможным приближением к реальному времени и сохраняют эти данные на подключенных рабочих местах (40, 44, 54-58) системы, а при выявлении признаков ухудшения функционального состояния таких тестируемых принимают меры по оказанию им срочной медицинской помощи.

Кроме того, в ночные часы суток контроль за состоянием тестируемых, находящихся в домашних условиях и нуждающихся в кардиологическом контроле, осуществляют с применением упомянутой системы (37) и с привлечением специалистов станции скорой медицинской помощи, чьи рабочие места также подключают к виртуальным личным кабинетам таких тестируемых, и с уведомлением дежурного оператора станции о необходимости проведения такого кардиомониторинга специалистом.

В условиях автоматизации работы web-сервера системы подключение виртуальных личных кабинетов таких тестируемых к рабочим местам специалистов станции скорой медицинской помощи и рабочим местам других служб спасения может осуществляться автоматически, с выдачей тревожных сигналов и сообщений в упомянутых личных кабинетах тестируемых.

Ниже даны дополнительные пояснения и примеры использования системы массового дистанционного кардиологического мониторинга.

В рамках предложенной системы (37) операторы-эксперты медицинского центра (41), специалисты других организаций (54-58), а также наблюдатели (45) для выполнения своих функций могут пользоваться своими личными персональными мобильными средствами связи (42) (смартфонами/планшетами) с установленными на них мобильными приложениями, а также личными персональными компьютерами, с установленными на них программными средствами. С помощью всех перечисленных электронных средств осуществляется дистанционный контроль состояния тестируемых (43) в соответствии с имеющимися условиями и поставленными задачами.

По взаимному согласованию администрации web-портала (46) и администраций упомянутых учреждений (54-58) многие специалисты смогут выполнять свои научно-исследовательские и управленческие задачи, оказывать консультативные услуги, не ограничиваясь стенами своих учреждений, и не придерживаясь принятого в них графика работы. Например, согласовав график дежурств, операторы-эксперты медицинского центра (41) смогут консультировать и давать рекомендации тестируемым (43) и их наблюдателям (45) круглосуточно, а в этом имеется большая потребность у населения.

Различные исследования, связанные с контролем состояния сердца, смогут проводить ученые-физиологи, тренеры и спортивные врачи, учителя и преподаватели физической культуры, лечащие врачи тестируемых, работники режимных объектов, служащие вооруженных сил. И хотя многие исследования могут быть выполнены на базе компьютеров, обеспеченных радиомодемами (30, 52), каждому специалисту важно иметь возможность получения срочной дистанционной консультации высококвалифицированного кардиолога, работающего оператором-экспертом в удаленном медицинском центре (41).

Подключение к компьютерам рабочих мест (40,44, 54-58) радиомодемов (52) позволяет специалистам осуществлять групповой кардиомониторинг при отсутствии сети Интернет или невозможности подключения к ней. И это повышает вероятность своевременного выявления лиц, которым может понадобиться медицинская помощь.

В проводимых исследованиях мобильные компьютеры наблюдателей и специалистов могут быть расположены, в зависимости от задач и условий исследования, по разные стороны от тестируемых (43),

или могут быть выстроены в линию, звездой, в кольцо, чтобы обеспечить уверенный прием групповых данных, в том числе - при передвижении (перемещении) тестируемых. Образуя на основе подключенных к мобильным рабочим местам системы радиомодемов (52) локальную сеть (53), участники эксперимента могут постоянно обмениваться данными о состоянии тестируемых, передавая их от одного компьютера к другому на заданной в модеме (52) частоте.

Подобным образом можно организовать контроль состояния машинистов метрополитена, водителей городского транспорта, наблюдение участников марафона, лыжных гонок, биатлона, гребцов, соревнующихся на гребном канале, велосипедистов и др.

По указанию врача, лица, не имеющие возможности прямого выхода в Интернет, но обладающие всеми признаками стресса, могут подключить свои кардиорегистраторы (1) к этой сети по окончании трудовой смены или тренировки, находясь в домашних условиях, чтобы передать ЭКГ на web-сервер (38) и получить заключение и прогноз опытного оператора-эксперта.

По решению последнего провести ночной мониторинг работы сердца, чтобы исключить риски возможных осложнений, такая процедура также может быть осуществлена путем соответствующего режима работы web-сервера (38) и съема ЭКГ с помощью подключаемого электродного кабеля (23) и внешних электродов (26). К наблюдению за состоянием тестируемого (41) в ночное время суток могут привлекаться его наблюдатели (45), использующие свои мобильные средства связи (42) для контакта с web-сервером (38), а также специалисты организации служб спасения (58), например, врачи станции скорой медицинской помощи, чьи рабочие места также можно подключить к web-серверу (38).

В условиях запрета на применение сети Интернет и использования ведомственной радиосети встроенные радиомодемы (30, фиг. 2) кардиорегистраторов (1) и внешние радиомодемы (52), подключенные к компьютерам наблюдателей (45), настраивают на указанные радиочастоты и применяют их для кардиомониторинга тестируемых. Обмен данными в этом случае между компьютерами нескольких наблюдателей (44) производят, при необходимости, на других радиочастотах, с образованием модемами локальной сети.

Предлагаемая система массового дистанционного кардиологического мониторинга открыта для участия зарубежных специалистов и организаций, которые по согласованию с администрацией web-портала (46) также могут размещать в виртуальных личных кабинетах (51) тестируемых (43) свои заключения и прогнозы. В сложных случаях, благодаря дистанционному консилиуму врачей с разным опытом работы, можно принять оптимальное решение о лечении больного или допуске спортсмена к соревнованиям и т.д.

В структуру системы (37) потенциально могут входить рабочие места специалистов самых различных организаций - центров здоровья и фитнеса, транспортных, промышленных, военных и иных организаций, где проводятся профилактические мероприятия по сохранению здоровья работников.

Кроме вышеперечисленных признаков системы и способа массового дистанционного кардиологического мониторинга, имеются и другие их признаки и возможности, повышающие их эффективность.

Так, благодаря предусмотренному в кардиорегистраторах (1) системы (37) режиму выполнения нагрузочной пробы, их пользователи могут получить численную оценку своей физической подготовленности и сохранить электрокардиограмму теста на своем мобильном средстве связи (42) и web-портале (38), в виртуальном личном кабинете (51). Например, выполнив широко известную в спортивной медицине пробу Руфье (30 приседаний за 45с), тестируемый получает на кардиорегистраторе автоматически рассчитанный индекс Руфье (ИР), учитывающий значения ЧСС в покое, после приседаний и через 1 мин восстановления. Результат пробы и электрокардиограмму тестируемый (например, студент или пенсионер) может переслать через web-порта (38) специалисту учреждения образования (56), специалисту спортивного центра (57), специалисту научно-практического центра спортивной медицины (55) и в случае выявления проблем с ЭКГ любой из них может проконсультироваться с коллегой, либо указать на необходимость более глубокого ЭКГ-обследования и переадресовать ЭКГ в медицинский центр (41) или научно-практический центр кардиологии (54), чтобы уточнить диагноз, а затем дать рекомендации тестируемому. Таким образом, средствами системы образованы новые прямые и перекрестные связи между ее элементами, что повышает надежность ее функционирования и информативность, научный потенциал и практическую значимость.

Тест Руфье с записью электрокардиограммы (47) легко выполнить беспроводным способом, с помощью электродов (8, 12, 13), встроенных в кардиорегистратор (1). Если необходима запись ЭКГ, используется мобильное приложение и смартфон или планшет (42). Для велоэрго-метрического тестирования или пробы на беговой дорожке нужно использовать электродный кабель (23, фиг. 6,8) с внешними электродами (26, фиг. 8, 11), которые накладывают на тело тестируемого (43). Сам кардиорегистратор (1) при этом можно закрепить на одежде тестируемого с помощью торцевого электрода (13) (фиг. 16).

Записи ЭКГ при проведении пробы с максимальными физическими усилиями тестируемых обязательно сохраняют на их мобильных средствах связи и (или) на компьютере специалиста (что можно сделать с помощью подключаемого радиомодема), и сохраняют в виртуальных личных кабинетах (51) тестируемых (43). Это необходимо для протоколирования хода выполнения пробы, несущей значительные риски для здоровья, и последующего подробного изучения регуляторных процессов в организме тести-

руемого (43), анализа его "функционального портрета" Сохранение таких данных может иметь важное диагностическое значение при дальнейшем повторении подобной пробы, оно необходимо для отбора перспективных спортсменов и др.

Для визуального и автоматического выявления аномальных изменений электрокардиограмм (47) и информативных признаков функционального состояния тестируемых (43) во время их лечения, профессиональной деятельности или физических тренировок, для каждого тестируемого (43) в отдельности формируют их так называемые "индивидуальные коридоры" допустимых значений таких информативных признаков. Этот "коридор" определяют по минимальным и максимальным значениям этих признаков, выявляемых из записей электрокардиограмм в фазах полного покоя (например - сна) тестируемого (43) и при его максимальной физической нагрузке, выполненной при хорошем самочувствии. Выход того или иного показателя из этого "индивидуального коридора" с большой вероятностью будет свидетельствовать о негативных изменениях в ЭКГ. Эти "индивидуальные коридоры" признаков также хранят в персональных мобильных средствах связи (42), персональных компьютерах наблюдателей (45) и в виртуальных личных кабинетах (51) тестируемых.

При организации оперативного кардиомониторинга спортсменов их электрокардиограммы (47) регистрируют в фазах покоя, перед тренировкой, затем - разминки, пика нагрузки, ее завершения и в восстановительном периоде, когда весьма вероятны нарушения ритма и другие аномалии электрокардиограммы. При таких исследованиях все записи ЭКГ делают, как отмечалось выше, в одном и том же, быстро доступном и удобном для тестируемого (43) отведении. Динамику функционального состояния организма спортсменов (43) оценивают их наблюдатели (45), операторы-эксперты медицинского центра (41), специалисты других организаций (54, 55, 57). Они осуществляют это как по соотношению информативных признаков в указанных фазах одной тренировки, так и по динамике соотношений одноименных признаков, полученных в одних и тех же фазах разных тренировок. При этом в случае жалоб спортсмена (43) на ухудшение самочувствия в процессе физической подготовки его электрокардиограмму (47) в обязательном порядке передают на web-сервер (38) с целью ее анализа специалистами (41, 54, 55, 57) и сохраняют ее в виртуальном личном кабинете (51), а также в облачном хранилище сети Интернет.

Персональный съем и передачу электрокардиограмм (47) тестируемых (43) на web-сервер (38) в ночное время суток производят, при необходимости, непрерывно, с отображением этих электрокардиограмм и автоматически рассчитываемых информативных признаков в виртуальных личных кабинетах (51) тестируемых, к которым подключают рабочие места дежурных специалистов и наблюдателей (40, 44, 54-58). На основе визуального контроля информативных признаков, или с помощью программ автоматического их анализа, установленных на компьютерах рабочих мест системы, выявляют отклонения в форме и в параметрах ЭКГ тестируемых (43) относительно принятой специалистами нормы.

Однако, для большей достоверности диагностических выводов, в упомянутые личные виртуальные кабинеты (51) тестируемых (43) вносят изначально, с момента приобретения кардиорегистраторов (1) и при открытии этих виртуальных личных кабинетов, исходные формы отведений ЭКГ и значения информативных признаков, которые, по возможности, получают в комфортном для тестируемых состоянии, на фоне полноценного отдыха и в позе, максимально приближенной к предстоящим исследованиям. Такую информацию, подобно биометрическим данным, также сохраняют в персональных мобильных средствах связи (42) тестируемых (43) и их наблюдателей (45), а также на web-портале (38), в виртуальных личных кабинетах (51) этих тестируемых (43) и в облачном хранилище сети Интернет.

Благодаря таким данным, сами наблюдатели (45), а также специалисты организаций (54-57), участвующие в ночном кардиологическом контроле, смогут быстрее и точнее обнаружить неблагоприятные перестройки в ЭКГ и уведомить об этом других специалистов, в том числе - специалистов служб спасения (58).

В домашних условиях длительный и непрерывный кардиомониторинг могут производить сами тестируемые (43) или их наблюдатели (45), например, члены семьи, родственники, используя для этого кардиорегистраторы (1) и персональные мобильные средства связи (42), либо домашние компьютеры, оборудованные радиомодемом (52). При этом подключение к web-серверу (38) не является обязательным, если на названные устройства установлены соответствующие мобильные приложения и программы. Съем ЭКГ осуществляют с помощью электродного кабеля (23) и внешних электродов (26), накладываемых на тело в удобном для тестируемого (43) отведении. Если тестируемый (ребенок, кардиобольной, инфицированный больной и др.) находится в изолированной комнате, тревожные сигналы и сообщения наблюдатель может получать через канал Bluetooth или установленный у него радиомодем (52). При выявлении признаков угрожающего состояния наблюдатель (45) может установить связь с web-порталом (46) и запросить консультацию оператора-эксперта медицинского центра (41), либо сразу адресовать свой запрос специалисту службы спасения (58), который, ознакомившись с характером ЭКГ тестируемого (43), примет решение о необходимости выезда к тестируемому или важности предварительного съема других отведений ЭКГ, и др.

Подобная тактика домашнего кардиомониторинга крайне важна для людей с хронической ишемической болезнью сердца, перенесших инфаркт миокарда, а также страдающих частыми эпизодами мерцательной аритмии, дыхательного или сердечного апноэ, когда велик риск развития инсульта, повторно-

го инфаркта миокарда, фибрилляции желудочков и других осложнений, при которых выезд врача к больному считается безотлагательным.

Здоровые люди могут применять кардиореги­стратор (1) в домашних условиях для регулярного выполнения вышеописанного нагрузочного теста, а также для контроля ЭКГ при различных видах операторской деятельности, в том числе - при продолжительной работе за письменным столом, за компьютером (фиг. 15), при работе на тренажере (фиг. 16), просмотре телевизора, вязании и др.

Электродный кабель (23) с небольшим количеством проводов позволяет без причинения особого дискомфорта снимать ЭКГ и освободить руки тестируемого (43) для предстоящей деятельности, а радиомодемы (30) и (52) - обеспечить беспроводную передачу ЭКГ на домашний компьютер. Таким образом, пользователь кардиореги­стратора (1) не отвлекает без достаточных на то оснований операторов-экспертов удаленного медицинского центра (41) и не затрачивает "лишних" денежных средств на интернет-коммуникацию и взаимодействие с удаленным медицинским центром (41).

Кроме домашних условий, персональный съем и беспроводную передачу ЭКГ на рабочее место наблюдателя (45) или на удаленный web-сервер (38) производят также, и при необходимости, непрерывно, во время вождения наземных транспортных средств, воздушных транспортных средств, морских и речных судов, с последующей передачей данных через упомянутый web-сервер (если речь идет о служащих) в специализированный (отраслевой, ведомственный) медицинский центр наблюдений за их состоянием, а в случае выявления объективных признаков неудовлетворительного состояния тестируемых (43) эти данные могут сразу передаваться в организацию службы спасения (58) для принятия решения о необходимости оказания срочной медицинской помощи нуждающимся.

Персональный съем и беспроводную передачу ЭКГ на удаленный web-сервер (38) подобным образом производят в ходе туристических походов, горных восхождений, научных экспедиций, военных учений, миротворческих миссий и т.д., и при отсутствии сети Интернет кардиомониторинг осуществляют с использованием радиомодемов (30) и (52), подключенных к мобильным компьютерам специалистов и наблюдателей. При возвращении в зону действия этой сети данные тестируемых передают в их виртуальные личные кабинеты (51).

При проведении кардиомониторинга на режимных объектах, где применяется ведомственная радиосеть, в радиомодемах (30) и (52), производят соответствующую частотную настройку, а ЭКГ тестируемых и другие собранные данные передают с мобильных компьютеров на ведомственный сервер на твердом носителе.

Для эффективной работы системы (37) на базе упомянутых радиомодемов (52) оборудованные ими компьютеры специалистов и наблюдателей (45) располагают в радиусе действия радиомодемов (30) кардиореги­страторов (1), а при передвижении (перемещении) тестируемых (43) на большие расстояния организуют размещение группы мобильных компьютеров вдоль маршрута их движения, с конфигурацией локальной сети, определяемой характером этого маршрута (в линию, кольцом, звездой и т.д.), либо обеспечивают транспортировку мобильных рабочих мест наблюдателей (44) по ходу движения тестируемых (43), создавая возможность непрерывного слежения за их состоянием. Для этого мобильные рабочие места обеспечивают резервными источниками питания, выносными антеннами для эффективной работы радиомодемов (52), средствами контроля местоположения тестируемых и т.д.

В случае выявления объективных признаков неудовлетворительного функционального состояния кого-либо из тестируемых (43), либо ухудшения его состояния при выполнении возложенных профессиональных задач, операторских функций или физической подготовки (например - в военном деле), исходные персональные данные тестируемого (43), находящиеся в его виртуальном личном кабинете (51), либо занесенные в память мобильного средства связи (42), либо находящиеся в базе данных мобильного компьютера наблюдателя (45), а также текущую запись ЭКГ передают через удаленный web-сервер (38), либо через локальную сеть (53) на рабочее место (мобильной) службы спасения (58), с указанием данных о местонахождении тестируемого (43) или автоматическим считыванием его координат с помощью глобальной системы позиционирования ГЛОНАСС, GPRS и др., а специалисты службы спасения (58) принимают меры по оказанию необходимой помощи нуждающимся.

Центральной службой спасения в большинстве стран остается скорая медицинская помощь. Однако в различной местности или в ночное время суток темпы оказания ею медицинских услуг могут быть различными. Поэтому, при отсутствии в заданный промежуток времени (например - 20 мин) подтверждения от оператора такой станции о выезде к нуждающемуся, запрос на оказание помощи в виде доставки его в медицинское учреждение рассылают с помощью сети Интернет или доступных мессенджеров в другие службы спасения, например - МЧС, МВД, ОСВОД и др., с которыми заключают соответствующие соглашения о взаимодействии.

При отсутствии подтверждения о готовности оказать помощь со стороны упомянутых служб спасения запрос на ее оказание направляют другим общественным службам (например - диспетчерским службам такси, экспресс-доставки, аварийным службам энергетики, газа, водоканала, лифтов и др.), с которыми также предварительно заключают соглашения об оказании подобных форм помощи.

При использовании вышеперечисленных признаков и возможностей системы массового дистанционного кардиологического мониторинга будет обеспечена более высокая эффективность выявления сер-

дечно-сосудистых нарушений у различных групп населения и значительно сократятся потери от нетрудоспособности граждан, которым будет своевременно оказана медицинская помощь.

Рассмотренная система (37) позволяет повысить доступность, комфортность, оперативность и достоверность контроля и самоконтроля состояния сердца, а также общую эффективность применения системы массового дистанционного кардиомониторинга, построенной на основе созданных и испытанных на практике кардиорегистраторов (1). Система (37) способна обеспечить массовые и дистанционные наблюдения за функциональным состоянием больших групп людей, в разнообразных, в том числе - нестандартных условиях, причем как через сеть Интернет, так и при ее отсутствии.

При развитии телемедицины и спектра развиваемых консультативных услуг число клиентов систем дистанционного кардиомониторинга будет стремительно нарастать. Конфигурация системы (37), за счет рационального применения всех ее возможностей, позволит значительно снизить нагрузку на операторов-экспертов медицинского центра (41) и его пропускная способность будет повышена в отношении людей, действительно нуждающихся в экстренной консультации и срочной медицинской помощи.

Предложенные изобретения существенно расширят сферы и условия практического применения системы массового дистанционного кардиомониторинга. Например, позволят организовать эффективный ночной мониторинг состояния кардиологических больных, что не предусмотрено прототипом [2] и известными аналогами [1,6].

Также возможно массово использовать изобретения и в системе образования (для усиления учебно-педагогического контроля за состоянием здоровья школьников, учащихся и студентов), в сфере спорта, туризма и спортивной медицины (для профилактики участвовавших случаев внезапной сердечной смерти молодых спортсменов и ветеранов спорта, группового выполнения нагрузочных тестов), на производстве (для выявления угрожающих здоровью факторов и обеспечения безопасности закрытых объектов), в бытовой сфере (для ночного кардиомониторинга, безопасного управления личным и общественным и личным транспортом и др.), в научных исследованиях (при проведении экспериментов, связанных с экстремальными условиями пребывания и деятельности человека) и т.д.

Источники информации:

1. Электронный ресурс: www.atesmedica.ru. Дата доступа 03.08.2017.
2. Патент US 9026202, МПК А61В5/00, А61В5/04, приоритет 14.04.2014, опубликован 05.05.2015 (прототип).
3. Хан М.Г. Быстрый анализ ЭКГ / Пер. с англ. под общ. ред. проф. Ю.М. Позднякова - М.: БИНОМ, 2016. - 408 с.
4. Шарькин А.С., Бадтиева В.А., Павлов В.И. Спортивная кардиология. - М.: ИКАР, 2017 - 328 с.
5. Ритм сердца и тип вегетативной регуляции в оценке уровня здоровья населения и функциональной подготовленности спортсменов: материалы VI Всерос. симпозиума / Отв. ред. Н.И. Шлык., Р.М. Бавеский - Ижевск: Изд. центр "Удмуртский университет", 2016. - 306 с.
6. Заявка ИТРИ 20130096, МПК А61В 5/0404, А61В 5/0408, А61В 5/0404, приоритет 03.12.2013, опубликована 04.06.2015.
7. Гришанович, А.П., Ярмолинский, В.И. Опыт разработки и применения емкостных электродов. - Медицинская техника, 1984, № 1. - С. 35-39.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система массового дистанционного кардиологического мониторинга (37), включающая в себя подключенные через web-сервер (38) сети Интернет рабочие места операторов-экспертов (40) медицинского центра, а также подключенные к нему через мобильные средства связи (42) портативные кардиорегистраторы (1), которыми снабжены тестируемые и которые выполнены с двумя фронтальными электродами (8), расположенными на лицевой панели, при этом кардиорегистратор содержит разъем (7) для подключения электронного кабеля (23) с внешними электродами (26) и блок автономного питания (3), к которому подключены электронный блок (4) с программируемым микроконтроллером (10) и элементами управления (6) и настойки (16), дисплей (5), динамик (15), а также модуль связи Bluetooth (14), связанный беспроводным способом с мобильным средством связи (42), причем по крайней мере один кардиорегистратор дополнительно оснащен двумя торцевыми электродами (12, 13), соединенными с электронным блоком (4), и содержит разъем (9) для подзарядки автономного блока питания (3), кроме того web-сервер (38), рабочие места операторов-экспертов (40) и мобильные средства связи (42) обеспечены программными средствами для длительного и непрерывного приема и передачи данных, в том числе - в ночные часы, отличающаяся тем, что фронтальные электроды (8) и один из торцевых электродов (12) выполнены по типу емкостных электродов, тогда как другой торцевой электрод выполнен из токопроводящего материала и подключен к электронному блоку (4) в качестве референтного электрода, при этом по крайней мере один кардиорегистратор (1) содержит также сигнальный сумматор (11), подключенный к электронному блоку (4), причем три входа сумматора (11) соединены с разъемом (7) для подключения электронного кабеля (23) с внешними электродами (26), а выход сумматора (11) подключен к одному из входов электронного блока (4) совместно с одним из фронтальных электродов (8), тогда как другой

фронтальный электрод (8) подключен к другому входу электронного блока (4) совместно с одним из торцевых электродов (12) и четвертым входом разъема (7), а сама система (37) дополнительно содержит рабочие места наблюдателей (44) и специалистов иных организаций (54-58), которые также обеспечены мобильными средствами связи (42), связанными с web-сервером (38), и на которых установлены программные средства для подключения к виртуальным личным кабинетам (51) тестируемых и онлайн-просмотра их ЭКГ, при этом программные средства web-сервера (38) дополнены программными средствами для онлайн-отображения и анализа трендов ЭКГ тестируемых в их виртуальных личных кабинетах (51), тогда как программируемый микропроцессор (10) выполнен с возможностью установки в кардиорегистраторе (1) режима непрерывной передачи ЭКГ и режима нагрузочной пробы, а для поддержания длительной работоспособности к кардиорегистратору (1), в том числе - в ночное время суток, через разъем (9) подключен внешний источник автономного питания типа PowerBank.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что как минимум один кардиорегистратор (1) и как минимум одно из рабочих мест операторов-экспертов (40), и/или наблюдателей (44), и/или специалистов других организаций (54-58) помимо модулей Bluetooth дополнительно снабжены другими радиомодемами (30, 52), настроенными на связь в другом частотном диапазоне и выполненными с возможностью перестройки их рабочей частоты.

3. Система по пп.1-2, отличающаяся тем, что по меньшей мере одно из упомянутых рабочих мест (40, 44, 54-58) установлено на транспортном средстве и выполнено с возможностью его эксплуатации в процессе его движения.

4. Способ массового дистанционного кардиологического мониторинга, включающий персональный съем тестируемыми своих электрокардиограмм (ЭКГ) и передачу их на удаленный web-сервер (38) системы массового дистанционного кардиомониторинга (37) с помощью мобильных средств связи (42), с последующим хранением ЭКГ в виртуальных личных кабинетах (51) и анализом ЭКГ операторами-экспертами (40) медицинского центра, отличающийся тем, что для сбора данных применяется система по любому из пп.1-3, при этом наряду со съемом ЭКГ покоя в светлое время суток тестируемые регистрируют ЭКГ в ночные часы во время сна, а также при выполнении тестов с дозированной физической нагрузкой, которую задают, в том числе, примененным кардиорегистратором (1), переводя его в режим нагрузочной пробы; кроме того, тестируемые регистрируют ЭКГ в условиях своей производственной деятельности или учебы, спортивной подготовки, туристических поездок, экспериментов, связанных с научным изучением человека, его пребыванием в экстремальных условиях обитания, при этом тестируемые делают отметки в своих виртуальных личных кабинетах о характере исследования, месте его проведения, виде используемого отведения ЭКГ, особенностях самочувствия и иных значимых по их мнению факторах.

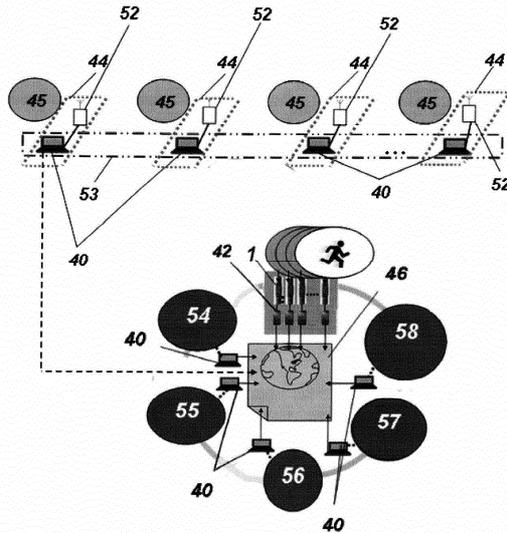
5. Способ кардиомониторинга по п.4, отличающийся тем, что съем и анализ ЭКГ у тестируемых, проводят также их наблюдатели (45) и специалисты других организаций (54-58), которых также обеспечивают мобильными средствами связи (42), соединенными с web-сервером (38), и на которых установлены программные средства для дистанционного просмотра данных и ЭКГ участников эксперимента и диалога с дежурным оператором-экспертом (40) медицинского центра, при этом и наблюдатели, и их тестируемые могут перемещаться на транспортных средствах, оборудованных согласно п.3. формулы.

6. Способ кардиомониторинга по пп.4-5, отличающийся тем, что при отсутствии информационной сети (39), отключении web-сервера (38), либо ограничений на применение персональных мобильных средств связи (42), регистрацию ЭКГ осуществляют системой по п.2, при этом результаты исследований далее переносят с рабочего места оператора-эксперта (40) или наблюдателя (44) на web-сервер (38) с помощью твердотельной карты памяти или после восстановления интернет-коммуникаций.

7. Способ кардиомониторинга по пп.4-5, отличающийся тем, что первичную диагностику сердца осуществляют сами тестируемые или их наблюдатели, применяя кардиорегистратор (1) и снимая с его помощью наиболее быстро доступное и удобное (с учетом обстоятельств) отведение ЭКГ, и эту первичную диагностику они проводят по числовым значениям информативных признаков ЭКГ, отражаемых на символьно-цифровом дисплее (5), а также по цвету этого дисплея и голосовым сообщениям, поступающим из динамика (15), причем достоверность оценок связывают с правильностью установок на упомянутом дисплее (5) символов условий проведения тестирования (покой/нагрузка) и индивидуальных параметров тестируемого (пол/возраст).

8. Способ кардиомониторинга по п.7, отличающийся тем, что в случае получения тревожных сигналов и сообщений из кардиорегистратора (1) первичную диагностику сердца проводят также с применением мобильного средства связи (42), обеспеченного программными средствами для автоматического анализа ЭКГ или, как минимум, сравнения формы усредненных кардиоциклов (P-QRS-T-U волн) только что записанной ЭКГ и совокупности ранее записанных в этом же отведении и при тех же условиях (покой, либо нагрузка) ЭКГ-сигналов, причем эту совокупность сигналов представляют на экране в виде шлейфа ЭКГ-цикла с шириной границ, определяемой крайними амплитудными параметрами из всех ранее записанных циклов.

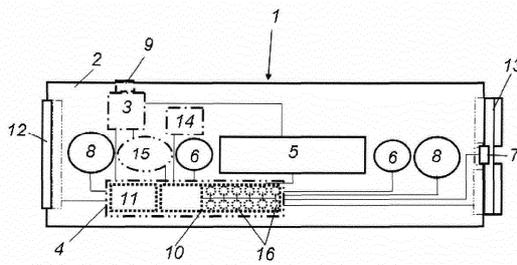
9. Способ кардиомониторинга по любому из пп.4-8, отличающийся тем, что упомянутую первичную диагностику сердца проводят путем предварительного поиска наиболее высокоамплитудного отве-



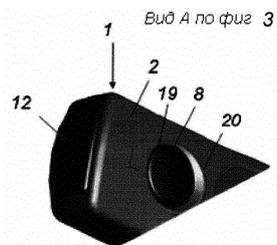
Фиг. 2



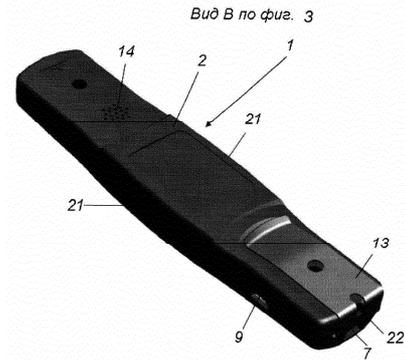
Фиг. 3



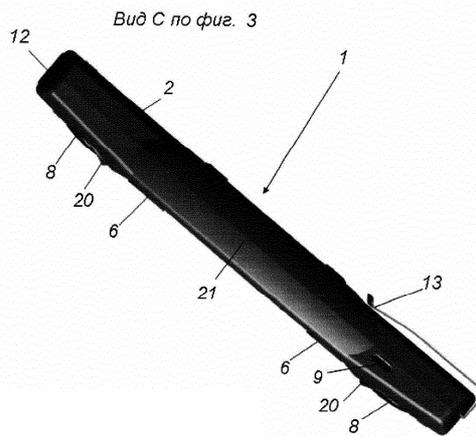
Фиг. 4



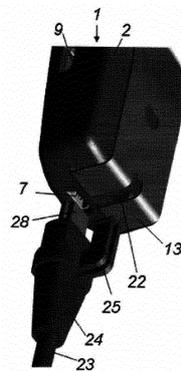
Фиг. 5



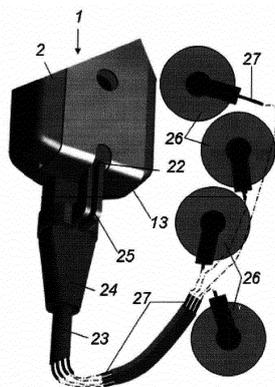
Фиг. 6



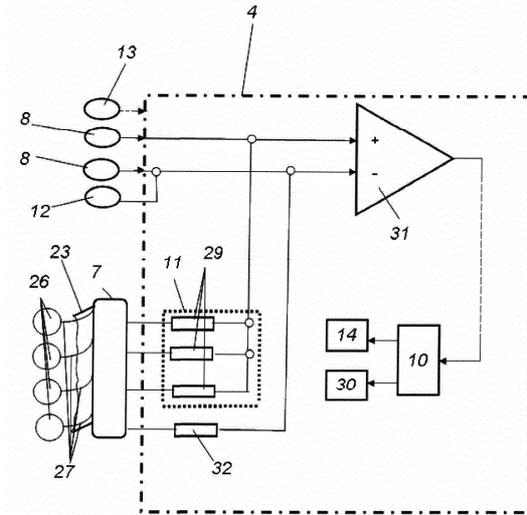
Фиг. 7



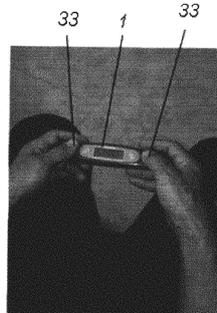
Фиг. 8



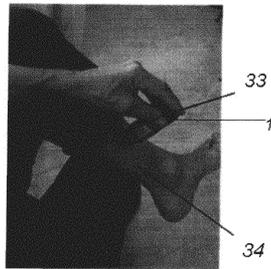
Фиг. 9



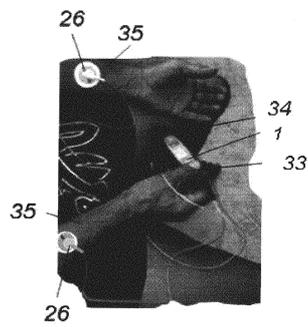
Фиг. 10



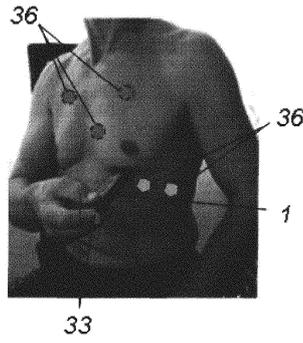
Фиг. 11



Фиг. 12



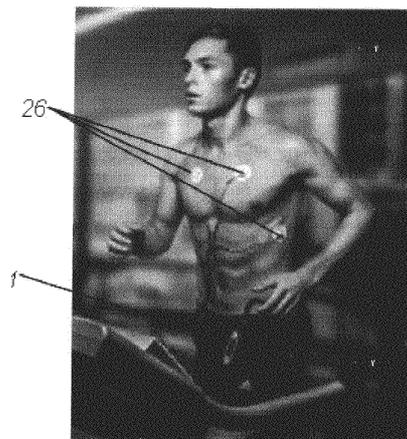
Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16