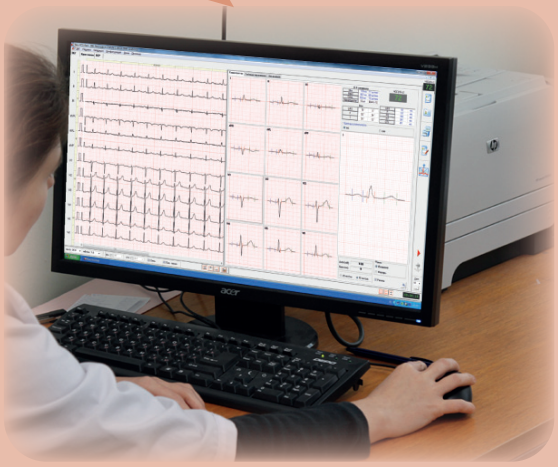
МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский кардиологический научно-производственный комплекс»
Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации

Институт клинической кардиологии
им. А.Л.Мясникова

Дистанционная передача ЭКГ и системы централизованного анализа и архивирования ЭКГ

Опыт использования системы в ФГБУ «РКНПК» МЗСР России



Москва 2012

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РОССИЙСКИЙ КАРДИОЛОГИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
121552 МОСКВА, 3-Я ЧЕРЕПКОВСКАЯ УЛ., Д. 15А

«Утверждаю»
Главный внештатный специалист-кардиолог
Минздравсоцразвития России
Академик РАН

_____ **Е.И. Чазов**

«20» февраля 2012 г.

Дистанционная передача ЭКГ и системы централизованного анализа и архивирования ЭКГ

Опыт использования системы в ФГБУ «РКНПК» МЗСР России

Методическое пособие для врачей

Москва 2012

УДК 616.1
ББК 54.101

Г.В.Рябыкина, А.В.Соболев, Т.А.Сахнова, Е.В.Блинова,
Я.С.Смирнова, Е.В.Щедрина, Е.Ш.Кожемякина.
Под редакцией академика Е.И.Чазова.

Дистанционная передача ЭКГ и системы централизованного анализа и архивирования ЭКГ. Опыт использования системы в ФГБУ «РКНПК» МЗСР России.

М.: ФГБУ «РКНПК» Минздравсоцразвития России, 2012. – 45 с.
ISBN 978-5-4253-0331-8

В пособии представлены данные о возможностях и преимуществах дистанционной передачи ЭКГ в условиях крупного стационара или кардиологического дистанционного консультативного центра. Описано оборудование, использующееся при дистанционной передаче ЭКГ, а также методики съемки, передачи и анализа электрокардиографической информации. Обобщен двухлетний опыт использования системы дистанционной передачи, анализа и архивирования в ФГБУ «РКНПК» МЗСР России. Описаны различные способы регистрации и передачи ЭКГ, а также централизованная система приема, архивирования и анализа ЭКГ (ЦСАЭ). Показано, как работать с системой в рамках электронной истории болезни в условиях стационара, фельдшерско-акушерского пункта и на дому.

Методическое пособие предназначено для главных врачей кардиологических диспансеров, руководителей организационно-методических отделений, специалистов-кардиологов, организаторов здравоохранения.

Учреждение-разработчик ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Минздравсоцразвития России
Ответственный за издание – проф. Г.В.Рябыкина

Методическое пособие рекомендовано Министерством здравоохранения и социального развития Российской федерации
ISBN 978-5-4253-0331-8 © Коллектив авторов, 2012
© ФГБУ «РКНПК» МЗСР РФ

Авторы:

Рябыкина Галина Владимировна

Доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник Отдела новых методов диагностики НИИ кардиологии им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК МЗСР России, e-mail: ecg.newtekh@gmail.com

Соболев Александр Владимирович

Доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Отдела новых методов диагностики НИИ кардиологии им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК МЗСР России

Сахнова Тамара Анатольевна

Кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник Отдела новых методов диагностики НИИ кардиологии им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК МЗСР России

Блинова Елена Валентиновна

Кандидат медицинских наук, научный сотрудник Отдела новых методов диагностики НИИ кардиологии им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК МЗСР России

Смирнова Яна Сергеевна

Врач Отдела новых методов диагностики НИИ кардиологии им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК МЗСР России

Щедрина Елена Викторовна

Медсестра Отдела новых методов диагностики НИИ кардиологии им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК МЗСР России

Кожемякина Елена Шамилевна

Научный сотрудник Отдела новых методов диагностики НИИ кардиологии им. А.Л.Мясникова ФГБУ РКНПК МЗСР России

Список сокращений

ВКГ – векторкардиограмма

КДКЦ – кардиологический дистанционный консультативный центр

МИС – медицинская информационная система

МР – мобильный регистратор ЭКГ

ПК – персональный компьютер

ПО – программное обеспечение

ЦСАЭ – централизованная система приема, архивирования и анализа ЭКГ

ЦУ - цифровой усилитель ЭКГ сигнала

ЭИБ – электронная история болезни
(другой распространенный термин для МИС: система ЭИБ)

ЭКГ – электрокардиограмма

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение..... 7

Глава 1. Дистанционная регистрация ЭКГ и централизованные системы анализа и архивирования ЭКГ и их преимущества по сравнению со стандартной съемкой ЭКГ..... 10
Необходимость дистанционной регистрации ЭКГ..... 10
Недостатки стандартной съемки ЭКГ в современных условиях... 11
Применение ЦСАЭ вместо стандартной съемки ЭКГ в стационаре.. 12

Глава 2. Ограничения метода..... 13

Глава 3. Оборудование для регистрации, анализа и архивирования ЭКГ..... 14
Общая конфигурация системы..... 14
Цифровой усилитель и программное обеспечение 16
Стационарный кардиорегистратор..... 16
МР на базе смартфона, планшетного ПК или нетбука..... 17
Центральный блок системы 19
Рабочие места врачей..... 19

Глава 4. Методика исследования
Работа медсестры по регистрации ЭКГ в кабинете ЭКГ..... 21
Работа медсестры по регистрации ЭКГ в палате..... 22
Работа медсестры или фельдшера на фельдшерско-акушерском пункте.....*23*
Работа врача на ЦСАЭ..... 25

Глава 5. Результаты использования системы в РКНПК..... 28
Анализ ЭКГ-12..... 28
Анализ ортогональной ЭКГ..... 32

Глава 6. Подготовка специалистов..... 38

Приложение. Краткий обзор систем дистанционной регистрации ЭКГ, представленных на российском..... 39

Предисловие

Учитывая распространенность на территории России сердечно-сосудистых заболеваний, трудно переоценить значимость самого простого и доступного диагностического метода – регистрации ЭКГ. Бывшая недавно утопической идея зарегистрировать ЭКГ каждому жителю России в настоящее время становится вполне доступной реальностью. Развитие компьютерных технологий, средств связи и Интернета позволяют осуществить регистрацию ЭКГ в любой точке страны и передать ЭКГ на любое расстояние. Основной сложностью реализации упомянутой идеи является организационная проблема здравоохранения: снятая ЭКГ должна быть проанализирована квалифицированным специалистом. Преодолеть эту сложность можно, создав на территории страны базовые консультативные центры, связанные со всеми учреждениями здравоохранения, начиная с фельдшерско-акушерских пунктов. В предлагаемом методическом пособии излагается один из вариантов использования дистанционной передачи ЭКГ внутри Кардиологического центра в электронную историю болезни, а также передачи ЭКГ в Кардиоцентр из различных точек Москвы и Московской области.

При выборе средств для съема, дистанционной передачи и последующего анализа ЭКГ целесообразно из большого ассортимента оборудования, предлагаемого на рынке, выбирать то оборудование, которое наилучшим образом решает в комплексе все три поставленные задачи.

Академик Е.И.Чазов

Введение

Последние постановления Правительства о модернизации службы здравоохранения поставили перед региональными службами здравоохранения вопросы доступности оказания неотложной и плановой кардиологической помощи населению в регионах. Для обследования кардиологических больных в отдаленных городских и сельских районах, где отсутствуют соответствующие высококвалифицированные кадры врачей-кардиологов и врачей-функционалистов, а имеется лишь участковый сельский врач общего профиля или фельдшер, необходимо создание на базе ЦРБ (или иных высококвалифицированных учреждений – поликлиник, кардиодиспансеров) кардиологических дистанционных консультативных центров (КДКЦ). Последние должны осуществлять помощь в лечебной и диагностической работе муниципальным и сельским ЛПУ. Одним из основных направлений деятельности подобных КДКЦ должна быть работа по осуществлению дистанционной передачи снятой на месте электрокардиограммы пациента и анализу ЭКГ, полученной по линиям связи. КДКЦ должны будут в режиме реального времени (т.е. не отсроченно) оказывать консультативную и лечебную помощь, а при необходимости (например, при выявлении на ЭКГ признаков острого коронарного синдрома) заниматься госпитализацией больных в имеющиеся лечебные учреждения соответствующего профиля, где будет оказываться высокотехнологичная медицинская помощь.

Одной из главных целевых задач КДКЦ является организация системы регистрации, анализа и хранения ЭКГ с передачей информации на расстояние для последующего врачебного анализа. Желание сделать возможным съемку ЭКГ в домашних условиях самостоятельно каждым нуждающимся человеком и передать эту ЭКГ для анализа врачу по телефону или другим каналам связи привело к бурному развитию соответствующей электрокардиографической техники и технологий съема ЭКГ (см. Приложение).

В России передача ЭКГ на расстояние начала осуществляться

в 80-е годы XX века, когда в г. Саратове под руководством проф. Э. Ш. Халфена была разработана система «Волна», позволяющая передавать снятую ЭКГ по линиям телефонной связи на относительно небольшие расстояния (Саратов и область). Подобные системы работали в Москве в МОНИКИ (Москва и область) и в других городах, на «Скорой помощи». В те годы работа системы обеспечивалась высококвалифицированными кадрами врачей-функционалистов, специализирующихся в области ЭКГ – диагностики, которые работали совместно с кардиологами в специально созданных для этого консультативных центрах. В настоящее время такие региональные консультативные центры предстоит воссоздать, но уже при использовании современных компьютерных систем проводной или беспроводной связи.

Современные средства съема ЭКГ реализуются в виде стационарных или мобильных кардиорегистраторов. ЭКГ сохраняется в памяти регистратора и передается в систему хранения и анализа ЭКГ. Для передачи используется компьютерная сеть или дистанционная передача – по сети Интернет или телефонному каналу. Например, в настоящее время в Алтайском крае, где большие и малонаселенные территории не имеют мобильной связи и доступа к сети Интернет, успешно используются линии существующей телефонной связи. Передающими информацию средствами являются электрокардиографы российского производства.

Следует заметить, что при использовании интернет-связи ЭКГ передается многократно быстрее и с лучшим качеством, чем при передаче ЭКГ по телефонным линиям.

В случаях использования системы в лечебном учреждении зарегистрированные и сохраненные в единой базе данных ЭКГ далее анализируются в кабинетах функциональной диагностики, а в случаях регистрации ЭКГ вне лечебного учреждения – в соответствующих кардиологических диагностических центрах.

В РКНПК разработана система электронной истории болезни, в которую могут передаваться все клинические данные пациента, результаты анализов, данные ЭКГ, холтеровского монитори-

рования ЭКГ, ВКГ, нагрузочного тестирования, эхокардиографии, УЗИ внутренних органов, допплеровского исследования сосудов и т. д. Причем впервые данные ЭКГ, ВКГ, ХМЭКГ и ВЭМ сохраняются в электронной истории болезни не только в виде врачебного заключения, но и в графическом виде.

В клинике НИИ кардиологии РКНПК для регистрации, хранения в оцифрованном виде и анализа ЭКГ используется система, построенная на базе цифрового усилителя ЭКГ и программного обеспечения, разработанного и поддерживаемого российской фирмой. В качестве компьютерных модулей двух мобильных регистраторов используются смартфон и планшетный компьютер, для стационарного кардиорегистратора компьютерная часть состоит из ПК с ОС Windows 7.

За почти двухлетний период работы с этой системой нами зарегистрировано, проанализировано и передано в систему электронной истории болезни более **18000 ЭКГ.**

Глава 1. Дистанционная регистрация ЭКГ и централизованные системы анализа и архивирования ЭКГ

Необходимость дистанционной регистрации ЭКГ

Использование дистанционной регистрации ЭКГ в качестве альтернативы стандартной съемки обосновано рядом причин. Перечислим основные из них.

Необходимость регистрации ЭКГ там, где находится пациент, и дистанционной передачи ЭКГ для дальнейшего анализа специалистом, отсутствующим на месте регистрации. Регистрация ЭКГ «на местах» может производиться средним медперсоналом или врачами не – кардиологической специализации. Дистанционная передача ЭКГ в специализированный центр и получение заключения от специалиста-кардиолога обеспечивают эффект его присутствия. Например, регистрация ЭКГ при вызовах врача на дом; на «Скорой помощи»; в амбулаториях и поликлиниках при отсутствии специалистов-кардиологов; в крупном стационаре, если затруднена транспортировка пациента в кабинет регистрации ЭКГ (например, в реанимации).

Для решения этой задачи необходимы **мобильные регистраторы (МР) ЭКГ –** компактные и несложные в управлении устройства, с помощью которых можно зарегистрировать и сохранить ЭКГ, а затем передать ее для дальнейшего анализа по различным каналам связи.

Необходимость обеспечения автоматического приема, анализа и архивирования ЭКГ, поступающих от мобильных регистраторов.

Принятые ЭКГ должны быть проанализированы специалистами и сохранены в электронном виде вместе с врачебными заключениями, с возможностью дальнейшего доступа к этой информации для всех, кому она может понадобиться. Каждое принятое исследование должно быть одинаково доступно всем специалистам, анализирующим ЭКГ. Число таких специалистов зависит от числа поступающих ЭКГ и не должно являться ограничением для системы. При необходимости должна быть обеспечена «обратная связь» (например, передача текста врачебного заключения назад на МР).

Для решения этой задачи **необходима централизованная система приема, архивирования и анализа ЭКГ (ЦСАЭ).** ЦСАЭ – это сетевая компьютерная система, состоящая из центрального блока и ряда рабочих мест врачей. Центральный блок отвечает за автоматический прием ЭКГ, индикацию поступлений новых записей и их архивирование. Рабочее место дает врачу возможность выводить записи ЭКГ на экран и анализировать их. Рабочие места оснащаются программным обеспечением (ПО), которое должно включать, кроме показа ЭКГ на экране, и современные методы ее обработки, как то: построение и отображение усредненных кардиоциклов; автоматическую разметку кардиоциклов с возможностью ее ручной коррекции; подсчет основных параметров ЭКГ; построение автоматического синдромального заключения; возможность написания врачебного заключения в электронном виде; возможность распечатки различных выходных форм с сигналом ЭКГ, результатами ее обработки и врачебным заключением.

Недостатки стандартной съемки ЭКГ в современных условиях

Стандартная съемка ЭКГ, кроме отсутствия возможности дистанционной регистрации, имеет и иные ограничения, все более не соответствующие требованиям времени. Она предполагает использование электрокардиографов, никак не связанных между собой. Это исключает возможность централизованного доступа к ЭКГ и результатам ее анализа и вынуждает использовать бумажную ЭКГ в качестве единственного носителя информации. Невозможно автоматизировать процесс анализа ЭКГ, сделав его доступным для нескольких врачей на их рабочих местах; нельзя автоматически сохранить результаты анализа ЭКГ в системе электронной истории болезни. Доступ к ранее зарегистрированным ЭКГ и сравнение ЭКГ одного и того же пациента, записанных в разное время, затруднены необходимостью поиска среди большого числа бумажных носителей информации. Недоступны и другие преимущества, которые дает архивирование ЭКГ в цифровом виде.

Распространено мнение, что работать с обычными электрокардиографами проще, чем с компьютерными, и что с их помощью можно быстрее зарегистрировать ЭКГ. В настоящее время это мне-

ние превратилось в заблуждение. По простоте управления многие современные компьютерные кардиорегистраторы не уступают «классике», а по возможностям значительно превосходят ее.

Применение ЦСАЭ вместо стандартной съемки ЭКГ в стационаре

Альтернативой стандартной съемке ЭКГ, лишенной перечисленных ограничений, является ЦСАЭ, для которой источником поступления ЭКГ служат не МР, а стационарные компьютерные кардиорегистраторы. В этом случае они заменяют классические электрокардиографы и являются модулями единой системы, состоящей из них и из ЦСАЭ. Анализ ЭКГ, как и всегда для ЦСАЭ, производится на рабочих местах врачей.

Таким образом, **внедрение ЦСАЭ и кардиорегистраторов (мобильных или стационарных) как альтернативы стандартной съемке востребовано не только в связи с дистанционной регистрацией ЭКГ, но и для обычной регистрации ЭКГ** в рамках лечебного учреждения. Это особенно актуально для больших стационаров и кардиологических центров. Следует заметить, что после поступления ЭКГ в ЦСАЭ работа с ЭКГ производится одинаковым образом (системе «все равно», откуда поступила ЭКГ).

В частности, одна и та же ЦСАЭ может использоваться одновременно как для дистанционной, так и для обычной регистрации ЭКГ в рамках того ЛПУ, где она установлена. В РКНПК используется система дистанционной передачи ЭКГ, включающая 10 рабочих мест врачей, 3 стационарных кардиорегистратора и 2 МР, использующихся для регистрации ЭКГ в палатах. Для подтверждения положения о возможности дистанционной передачи ЭКГ в системе были дополнительно использованы два МР для дистанционной регистрации ЭКГ вне стационара. При таком расширении система продолжала устойчиво и эффективно работать; зарегистрированы более 150 ЭКГ, переданные по сети Интернет и телефонным линиям.

Глава 2. Ограничения метода

Ограничения метода имеют технический и человеческий аспекты.

Технический аспект непосредственно связан с дистанционной передачей ЭКГ. Передача через Интернет осуществляется через стационарное интернет-соединение (в периферийном ЛПУ) или через мобильный Интернет. Оба соединения во многих регионах страны могут отсутствовать.

При отсутствии Интернета передача ЭКГ осуществляется по телефонным линиям. Скорость передачи данных при этом медленнее, чем при использовании Интернета, и зависит от качества линии. Существуют цифровой и акустический (т.н. «ЭКГ по телефону») способы передачи ЭКГ. Даже при использовании цифрового способа процесс передачи ЭКГ при сильных помехах на линии может быть существенно замедлен, хотя и всегда превышает скорость акустической передачи. (На качестве ЭКГ помехи на линии при использовании цифрового способа передачи не отражаются - сигнал всегда передается без искажений.)

«Человеческий фактор» связан с необходимостью наличия у персонала, использующего метод, минимальной компьютерной грамотности. При ее отсутствии процесс обучения персонала работе на компьютерных кардиорегистраторах затрудняется и замедляется. К счастью, во-первых, это ограничение с течением времени исчезает само собой, и, во-вторых, минимальная компьютерная грамотность медперсонала все более востребована вне зависимости от дистанционной регистрации ЭКГ.

Еще одно относительное ограничение связано с возможной необходимостью печати ЭКГ на месте регистрации. Такой возможностью обладают не все МР. При наличии функции печати большинство МР используют только малоинформативную узкую термопечать (40-56 мм). Для системы опция печати на портативном термопринтере присутствует только у МР с передачей ЭКГ при помощи планшетного ПК или нетбука; качество печати – высокое (лист формата А4, ширина 210 мм).

Глава 3. Оборудование для регистрации, анализа и архивирования ЭКГ

Общая конфигурация системы

Устройства для регистрации ЭКГ:

1. стационарных кардиорегистраторов – 3;
2. МР для регистрации ЭКГ в палатах – 2; из них:
   на базе смартфона – 1;
   на базе планшетного ПК –1;
3. МР для регистрации ЭКГ вне пределов ЛУ – 2
   на базе нетбука – 2 (установлены на апробацию).

Оборудование для приема, архивирования и анализа ЭКГ (ЦСАЭ):

1. центральный блок приема ЭКГ от стационарных и мобильных регистраторов – 1;
2. автоматизированные рабочие места врачей – 10.

Записи ЭКГ передаются в ЦСАЭ от всех кардиорегистраторов (стационарных и мобильных) по соответствующим каналам связи. Передача ЭКГ от стационарных кардиорегистраторов производится непосредственно в базу данных ЦСАЭ немедленно при сохранении записи (по проводной компьютерной сети). Передача ЭКГ от МР, работающих в палатах, осуществляется по беспроводной компьютерной сети. Передача ЭКГ от МР, работающих вне пределов ЛПУ, осуществляется по сети Интернет или телефонным линиям. После попадания в ЦСАЭ записи ЭКГ ничем не отличаются между собой.

На рис. 1 представлена схема подключения перечисленной аппаратуры.

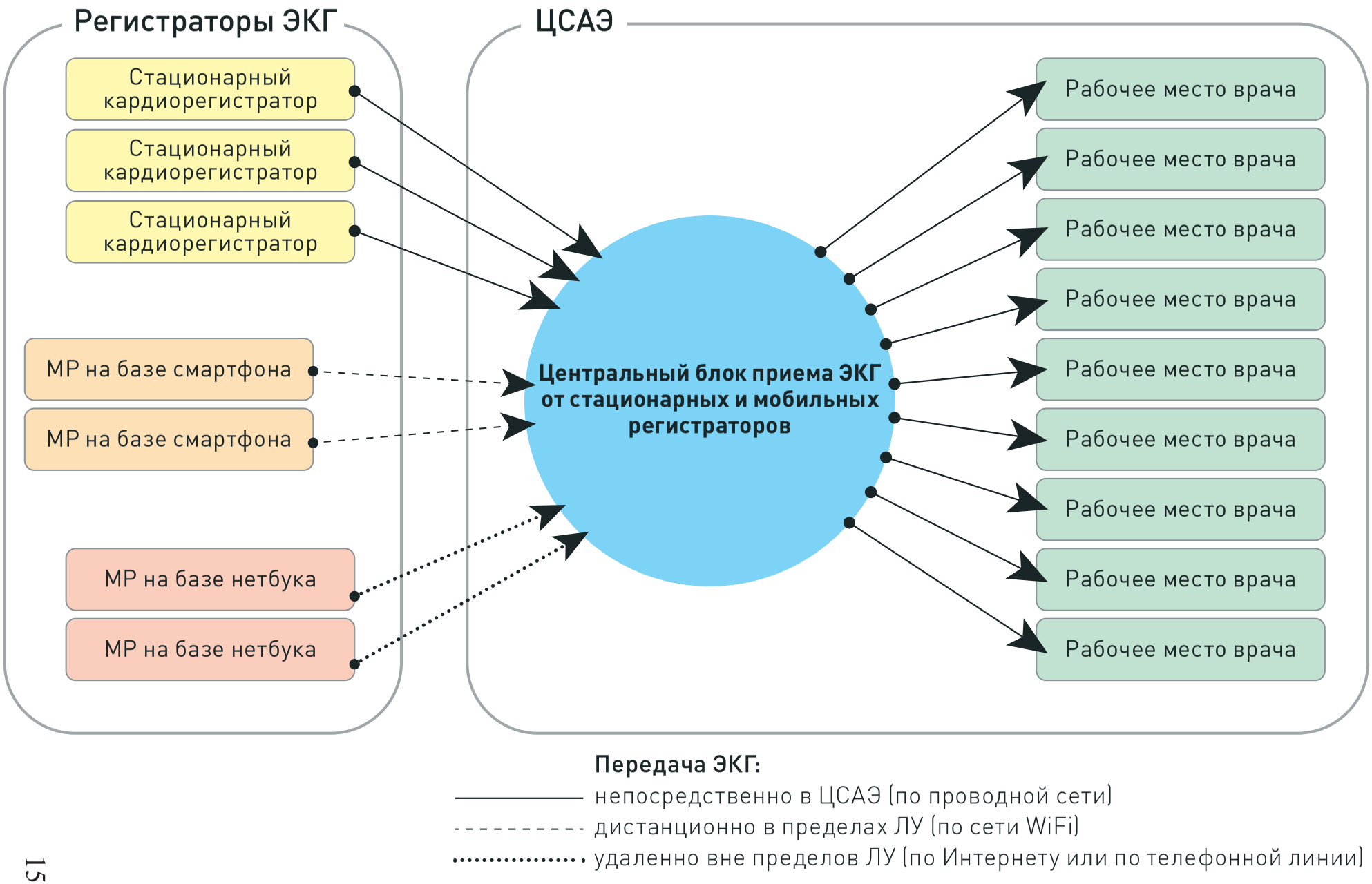


Рис. 1. Схема подключения аппаратуры для дистанционной передачи ЭКГ в клинике НИИ кардиологии

Цифровой усилитель и программное обеспечение

В системе для регистрации и оцифровки ЭКГ используются компактные цифровые усилители с возможностью передачи данных по проводной (порт USB) или беспроводной (Bluetooth) связи в компьютерный модуль регистратора. На рис. 2 представлен цифровой усилитель, используемый в системе.

Рис. 2. Цифровой усилитель ЭКГ

В качестве компьютерного модуля МР используется смартфон или портативный компьютер (планшетный ПК или нетбук). Компьютерный модуль стационарного кардиорегистратора состоит из ПК с операционной системой Windows 7.

Все модули системы управляются программным обеспечением для регистрации, архивирования и анализа ЭКГ российского производства.

Стационарный кардиорегистратор

Стационарный кардиорегистратор допускает два основных варианта комплектации: настольный вариант (рис. 3) и вариант сборки в специализированной стойке (рис. 4). Последняя оснащена компьютером-моноблоком с сенсорным экраном и блоком бесперебойного питания.

Компьютерный блок стационарного кардиорегистратора оснащен полной версией ПО. Возможность «нажимать на кнопки» на

сенсорном экране позволяет не пользоваться клавиатурой и делает управление прибором близким к управлению классическими электрокардиографами. Автономное питание позволяет при необходимости снять ЭКГ в палатах без подключения к электросети. Прибор в настольном исполнении оснащен широкоформатным дисплеем и цветным лазерным принтером. При использовании прибора только в режиме регистрации ЭКГ параметры программы устанавливаются так, чтобы работа с ней была рассчитана на «поточную» запись ЭКГ, с минимальным числом нажатий кнопок.

Рис.3. Стационарный кардиорегистратор – настольный вариант

Рис.4. Кардиорегистратор в специализированной стойке

Мобильные регистраторы на базе смартфона, планшетного ПК или нетбука

Диагностическая функциональность МР на базе смартфона ограничена визуализацией и хранением ЭКГ. Прибор рассчитан на использование средним медперсоналом. Управление таким МР просто и доступно. В РКНПК прибор используется для регистрации в палатах, а передача ЭКГ производится не через Интернет, а

через беспроводную компьютерную сеть (Wi-Fi).

Анализ ЭКГ производится только после пересылки записи в ЦСАЭ. Возможности печати ЭКГ нет. Связь ЦУ со смартфоном – беспроводная (Bluetooth). Каналы связи для пересылки ЭКГ в ЦСАЭ: беспроводная сеть (Wi-Fi) при работе внутри ЛПУ, мобильный Интернет при работе на выезде. Преимущества прибора – исключительные компактность и легкость.

Диагностическая функциональность МР на базе планшетного ПК или нетбука превосходит функциональность обычного электрокардиографа. Компактность и легкость прибора соответствуют таковым для портативных электрокардиографов, но уступают МР на базе смартфона. Прибор оснащен упрощенной версией ПО, рассчитанной на использование небольшого экрана. Основные опции полной версии программы, включая блоки автоматической разметки и интерпретации, сохранены. Простота управления прибором не уступает классическим электрокардиографам. Связь ЦУ с «планшетником» (нетбуком) – как беспроводная (Bluetooth), так и проводная (порт USB).

МР на базе планшетного ПК или нетбука рассчитан на эксплуатацию как средним медперсоналом, так и врачами. Анализ ЭКГ может производиться либо после пересылки ЭКГ в ЦСАЭ, либо на месте. Есть возможность печати ЭКГ (опция) на портативном термопринтере или беспроводной печати на лазерном принтере (последнее - при использовании внутри ЛПУ).

Каналы связи для пересылки ЭКГ: беспроводная сеть (Wi-Fi) при работе внутри ЛПУ, мобильный Интернет или телефонные линии при работе на выезде. Передача ЭКГ по телефонной линии осуществляется не акустическим, а цифровым образом, что позволяет передать ЭКГ без искажений и в несколько раз быстрее. Благодаря использованию «спящего режима» ОС Windows 7 исключено ожидание при включении прибора (не требуется перезагрузка компьютера каждый раз при регистрации ЭКГ).

Планшетный компьютер отличается от нетбука большей компактностью, наличием сенсорного экрана и отсутствием внешней

клавиатуры. Использование нетбука целесообразно из экономических соображений (он дешевле планшетного ПК) и в случаях, когда требуется ввод полной информации о пациенте, так как клавиатура сенсорного экрана менее удобна, чем обычная. (Например, при регистрации в палатах достаточно ввести только идентификационный код пациента, поскольку все данные пациента уже занесены в базу данных системы.)

В РКНПК используется два прибора для регистрации в палатах: один в комплекте со смартфоном, другой - с планшетным ПК. Связь с ЦУ для обоих приборов беспроводная; передача ЭКГ производится через Wi-Fi.

Для дистанционной регистрации ЭКГ в РКНПК апробируются два МР в комплекте с нетбуком. Связь с ЦУ – проводная (порт USB); передача ЭКГ может производиться как через мобильный Интернет, так и по телефонной линии. При поступлении ЭКГ в ЦСАЭ на прибор передается подтверждение того, что ЭКГ принята. Качество дистанционно зарегистрированных записей не отличается от качества ЭКГ, полученных при обычной регистрации.

Центральный блок системы

Компьютер центрального блока содержит систему жестких дисков повышенной емкости с защитным дублированием информации. Архивирование ЭКГ и доступ к записям ЭКГ для анализа и сохранения врачебного заключения с рабочих мест врачей организованы одинаково, вне зависимости от источника поступления ЭКГ. Центральный блок совмещен с одним из стационарных регистраторов.

Рабочие места врачей

На рис. 5 изображено одно из рабочих мест врача-функционалиста в Отделе новых методов диагностики РКНПК. У всех врачей организованы рабочие места – компьютеры, связанные с системой электронной истории болезни. Чтобы максимально использовать имеющиеся ресурсы и избежать лишних затрат, устанавливаемая

ЦСАЭ была интегрирована в уже существующую компьютерную сеть. Для более качественного анализа ЭКГ все мониторы рабочих мест ЦСАЭ были заменены на широкоформатные (23 дюйма). ЭКГ, результаты ее анализа и врачебные заключения автоматически сохраняются в системе электронной истории болезни, для чего разработано специальное программное обеспечение.

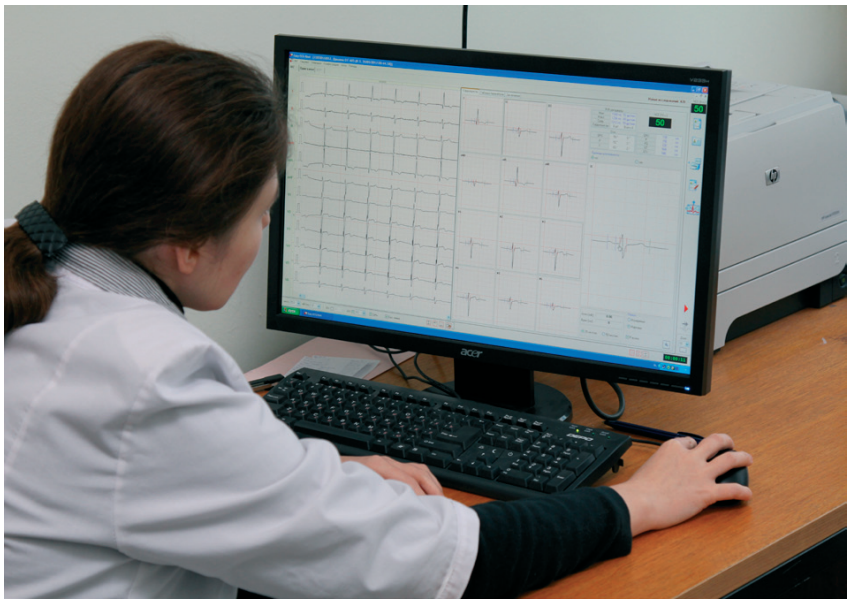


Рис. 5. Рабочее место врача

Глава 4. Методика исследования

Работа медсестры по регистрации ЭКГ в кабинете ЭКГ

Работа медсестры начинается с внесения в компьютер следующих данных пациента: номер истории болезни, фамилия, имя и отчество, номер палаты, дата и год рождения, пол. После этого на пациента накладываются 10 электродов, которые формируют 12 общепринятых отведений ЭКГ; используются обычные многоразовые электроды («присоски» и «прищепки»). Схема наложения электродов представлена на рис. 6.

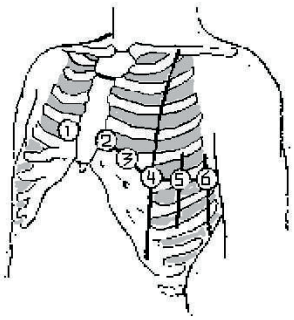


Рис. 6. Схема наложения грудных электродов

Грудные электроды V 1 – V 6:

- ✓ V1 – накладывается в четвертом межреберье справа от грудины;
- ✓ V2 – накладывается в четвертом межреберье слева от грудины;
- ✓ V4 – накладывается в пятом межреберье по левой срединно-ключичной линии;
- ✓ V3 – накладывается на середине расстояния между V2 и V4;
- ✓ V5 – накладывается в пятом межреберье по левой передней подмышечной линии;
- ✓ V6 – накладывается в пятом межреберье по левой срединной подмышечной линии.

Электроды на конечности:

- ✓ красный на правую руку;
- ✓ желтый на левую руку;
- ✓ зеленый на левую ногу;
- ✓ черный на правую ногу.

Регистрация на всех приборах настроена на стандартный режим записи 10 сек. Медсестра производит съем ЭКГ в условиях свободного дыхания, а затем на вдохе – оба раза по 10 секунд. Каждая из 10-секундных записей ЭКГ и пересылка этих записей в центральный компьютер осуществляется автоматически нажатием соответствующей кнопки.

Работа медсестры по регистрации ЭКГ в палате

В начале работы так же, как и в кабинете ЭКГ, вводятся данные пациента в мобильный регистратор. Регистратор может быть реализован либо на базе смартфона, либо на базе планшетного компьютера. Далее в обычном режиме на пациента накладываются электроды. При нажатии кнопки на компьютерном модуле МР производится автоматическая регистрация ЭКГ и ее сохранение в энергонезависимой памяти МР. Далее ЭКГ дистанционно передается в ЦСАЭ. При регистрации в палате для передачи ЭКГ в ЦСАЭ используется беспроводная сеть WiFi, а при удаленной регистрации - мобильный Интернет или телефонная линия. На рис. 7 показана съемка ЭКГ в палате на МР на базе смартфона.

Рис. 7. На больного наложены электроды,
соединенные кабелем пациента с ЦУ.
Смартфон в руках у медсестры; он может быть удален от ЦУ на 10-12 м

При работе со смартфоном ЭКГ выводится на экран смартфона (рис. 8), и при необходимости (например, в острых случаях)

врач может просмотреть ЭКГ непосредственно во время или сразу после ее регистрации.

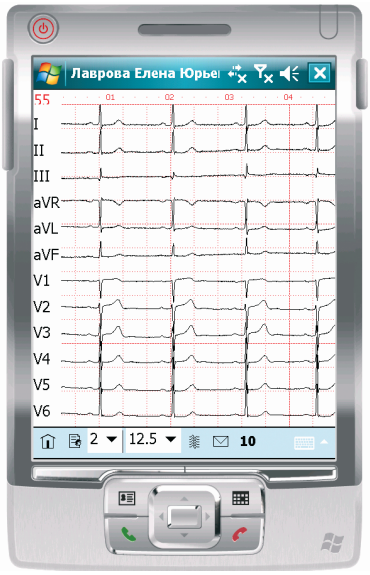


Рис. 8. На экране смартфона выведена ЭКГ

Регистрация ЭКГ помощью МР на базе планшетного компьютера проводится так же, как и в случае МР на базе смартфона, но при необходимости врач может воспользоваться возможностями МР на базе планшетного компьютера для анализа ЭКГ непосредственно на месте ее регистрации.

Если запись поступила от удаленного МР, программа посылает ему уведомление об успешном приеме ЭКГ.

Работа медсестры или фельдшера на фельдшерско-акушерском пункте

Работа начинается с занесения данных пациента в мобильный регистратор (планшетный компьютер, нетбук или мобильный телефон). Далее на пациента накладываются электроды. При нажатии кнопки мобильного регистратора производится автоматическая регистрация ЭКГ и передача на центральную станцию через мобильный Интернет или по телефонной линии.

При работе на фельдшерско-акушерском пункте можно использовать электродный пояс Tapuz (Израиль) – см. рис. 9. Пояс

устанавливается быстрее и проще, чем стандартные электроды; подробнее см. в разделе 5.

После осуществления передачи программа посылает на мобильный регистратор уведомление об успешном приеме ЭКГ центральной станцией.

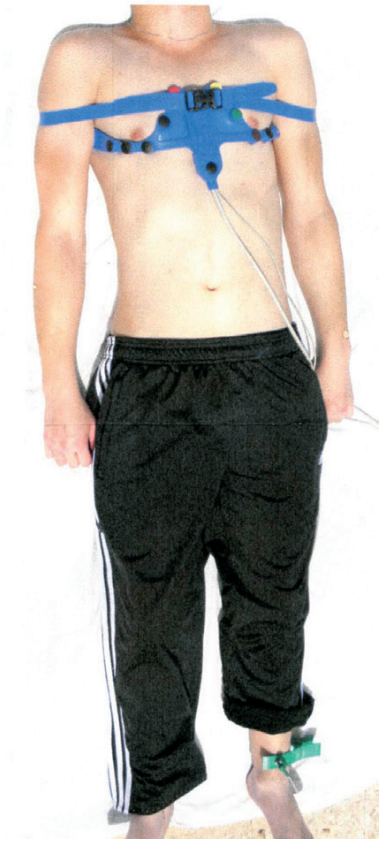


Рис. 9. Использование электродного пояса Tapuz (Израиль)

Для доступа к мобильному Интернету применяется интернет-модем компании МТС (небольшое устройство, работающее через порт USB). Даже при отсутствии так называемого «быстрого Интернета» (протокол 3G) отправка ЭКГ происходит быстро (как правило, намного быстрее, чем регистрация ЭКГ). Центральный блок ЦСАЭ должен быть также подключен к Интернету для возможности приема ЭКГ. Обе программы (МР и ЦСАЭ) должны быть настроены соответствующим образом (настройка осуществляется инженерами фирмы-поставщика).

Для работы прибора в условиях отсутствия мобильного Интернета используется передача ЭКГ через телефонные линии. Для этой цели прибор оснащен модемом – портативным устройством, также имеющим USB-интерфейс. Центральный блок оснащен таким же устройством, всегда соединенным с телефонной линией. Модем МР подсоединяется к телефонной линии на месте регистрации ЭКГ с помощью стандартного шнура. Автоматически набирается номер телефона, соединенного с центральным блоком (номер заранее внесен в настройки программы), устанавливается соединение и передается ЭКГ по телефонному каналу с использованием цифрового протокола.

При приеме ЭКГ, зарегистрированных дистанционно, ПО центрального блока ЦСАЭ автоматически определяет поступление новой записи ЭКГ, выдает соответствующее сообщение оператору и сохраняет запись в базе данных системы. Запись ЭКГ становится доступной на всех рабочих местах ЦСАЭ. Затем, если запись поступила от удаленного МР, программа посылает ему уведомление об успешном приеме ЭКГ.

Замечание. При организации телемедицинской системы дистанционной регистрации ЭКГ имеются возможности дополнительной «обратной связи» с медперсоналом, регистрирующим ЭКГ (посылка на МР врачебного заключения, голосовой контакт с оператором ЦСАЭ).

Работа врача на ЦСАЭ

Вне зависимости от того, каким образом зарегистрированы ЭКГ, после поступления в ЦСАЭ они обрабатываются одинаково. Поступившие ЭКГ становятся доступными на всех рабочих местах врачей; еще не проанализированные записи отмечены в общем электронном списке исследований. Текст врачебного заключения и электронный образ печатной формы прибора автоматически сохраняются в системе электронной истории болезни (МИС «Интерин») сразу после написания заключения.

ЭКГ для анализа выбирается на рабочем месте врача из электронного списка; окно со списком открывается одним нажатием

кнопки. В списке ЭКГ записи упорядочены по дате (последние поступившие находятся в начале списка), еще не обработанные записи ЭКГ отмечены красным цветом. При выборе элемента из списка щелчком мыши исследование открывается для анализа. Выбранная запись становится недоступной для врачей других рабочих мест, чтобы исключить одновременный анализ одной и той же ЭКГ. Сигнал ЭКГ отображается на экране; полная имитация на экране стандартной миллиметровой сетки существенно облегчает работу врача.

Широкоформатный дисплей позволяет разместить 8 секунд сигнала ЭКГ и окно анализа одновременно (рис. 10). На первой вкладке окна анализа показаны усредненные кардиоциклы с автоматической разметкой. Расположение маркеров разметки можно легко изменить; при этом все параметры и автоматическое заключение мгновенно пересчитываются.

Рис. 10. Слева сигнал ЭКГ, справа вкладка автоматической разметки комплексов QRST в 12 отведениях, включая укрупненное изображение выбранного врачом комплекса QRST

На другой вкладке окна анализа расположен блок для врачебного заключения. Текстовый редактор для его написания дополнен

возможностями вставки в текст заключения строк из заранее подготовленного шаблона и (выборочно) текста автоматического заключения. Шаблон подготовлен в РКНПК; он может быть изменен врачом по его усмотрению.

Печать ЭКГ производится на лазерном принтере, на простой бумаге формата А4. Ряд печатных форм, включающих сигнал ЭКГ, усредненные кардиоциклы, таблицы параметров и заключение соответствуют возможностям печати электрокардиографов высокого класса. Конфигурация печати запоминается в программе. Печать осуществляется одним нажатием кнопки. В РКНПК анализ ЭКГ производится на компьютере; поэтому при необходимости распечатки результатов исследования используется печать «Все на одном листе». Печатная форма при этом включает сигнал, усредненные кардиоциклы с разметкой, ритм-канал и врачебное заключение. Сохранение записей ЭКГ в базе данных «Пациенты-исследования» и программные опции обеспечивают возможность сравнения записей пациента, сделанных в разное время при повторных исследованиях.

После создания врачебного заключения и сохранения его в базе данных системы (для этого врач нажимает кнопку «Сохранить») текст заключения и графический образ печатной формы автоматически передаются в систему электронной истории болезни (МИС «Интерин») и становятся доступными всем пользователям этой системы. Тип печатной формы (или нескольких печатных форм) устанавливается в конфигурации ПО системы. В настоящее время используется описанная выше печатная форма «Все на одном листе».

Глава 5. Результаты использования системы в НИИ кардиологии РКНПК

Анализ ЭКГ-12

ЦСАЭ была внедрена в НИИ кардиологии в 2010 году. За 2010-2011 годы с помощью этой системы зарегистрировано и сохранено в базе данных «Электронная история болезни» и на компьютере Отдела новых методов диагностики около 18000 ЭКГ-12.

Помимо этого, в системе разработана и используется дополнительная опция регистрации ортогональной ЭКГ (система Франка или Мак Фи – Парунгао) и анализа ортогональной ЭКГ и вектор-кардиограммы в автоматическом и диалоговом режиме. Всего было снято и проанализировано 478 ВКГ.

При анализе ЭКГ использовались классические приемы врачебной росписи. Анализ начинался с автоматического измерения параметров ЭКГ: длительности зубцов и интервалов RR, P, PQ, QRS, QT. В 95% случаев измерение всех интервалов было правильным. В 5% случаев программа автоматического измерения допускала ошибки, связанные в основном с определением зубца P и неверным измерением его границ. Это приводило к постановке диагноза «Неопределенный ритм» вместо диагноза «Синусовый ритм».

При наличии мерцания или трепетания предсердий правильный диагноз устанавливался в 88% случаев. В остальных случаях ставился диагноз «Неопределенный ритм».

На рис. 11 приведен пример правильной автоматической разметки ЭКГ при фибрилляции предсердий на печатной форме «Все на одном листе».

Врач имеет возможность корректировки всех измерений ЭКГ. При внесении врачом исправлений автоматически производится перерасчет параметров ЭКГ и корректировка автоматического заключения. Врачу предоставляется перечень синдромальных заключений, полученных в автоматическом режиме. Врач имеет возможность выбрать все или некоторые из представленных заключений и перенести их в окончательный диагноз.

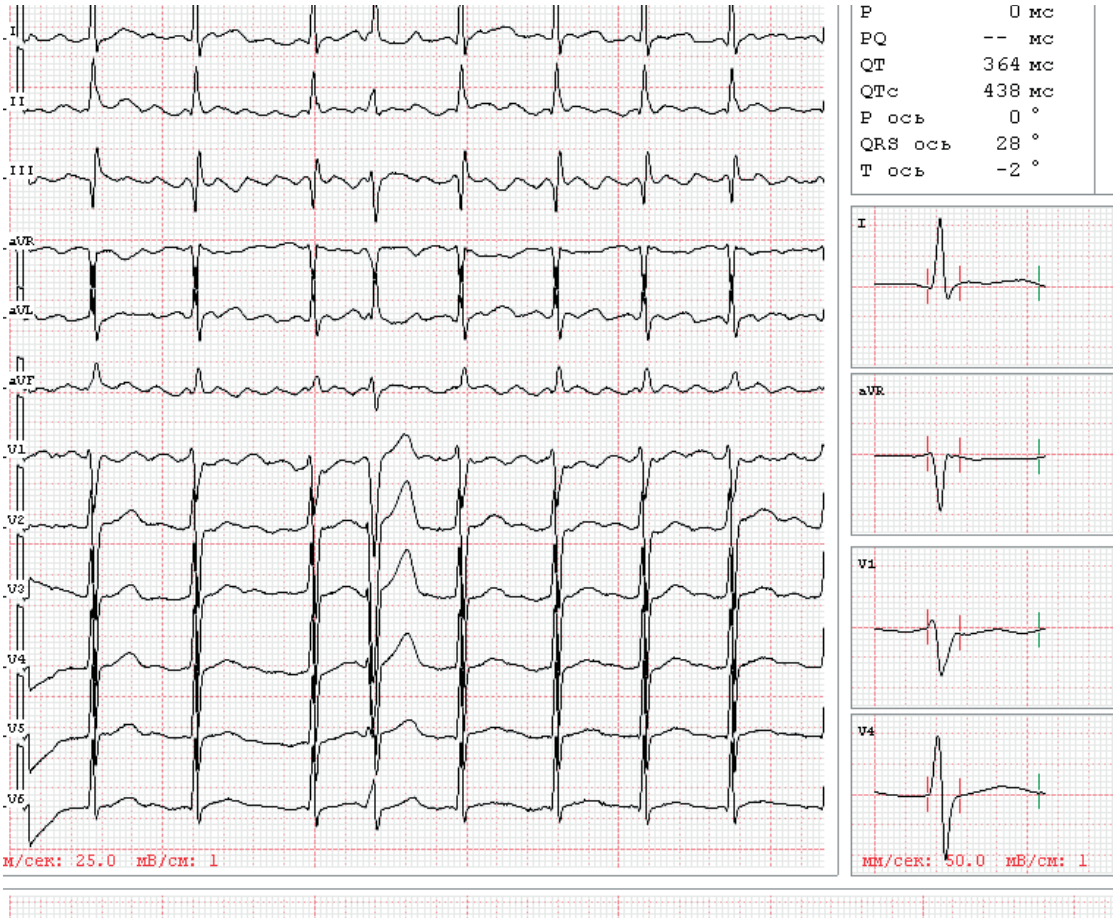


Рис. 11 Пример правильной автоматической разметки ЭКГ при фибрилляции предсердий на печатной форме «Все на одном листе»

Синдромальная электрокардиографическая диагностика осуществлялась в автоматическом и диалоговом режимах. Для удобства и ускорения работы врача при формулировании синдромальных заключений программа содержит варианты шаблонных заключений, разработанных в НИИ кардиологии РКНПК. Врач может использовать или не использовать эти шаблоны по своему усмотрению; у него есть возможность формировать заключение самостоятельно с использованием некоторого шаблона или его части.

Список шаблонов с раскрытым окном шаблона «Норма» представлен на рис. 12.

С целью улучшения качества автоматической синдромальной диагностики в НИИ кардиологии РКНПК было проведено сопоставление результатов автоматического и врачебного анализа. ЭКГ

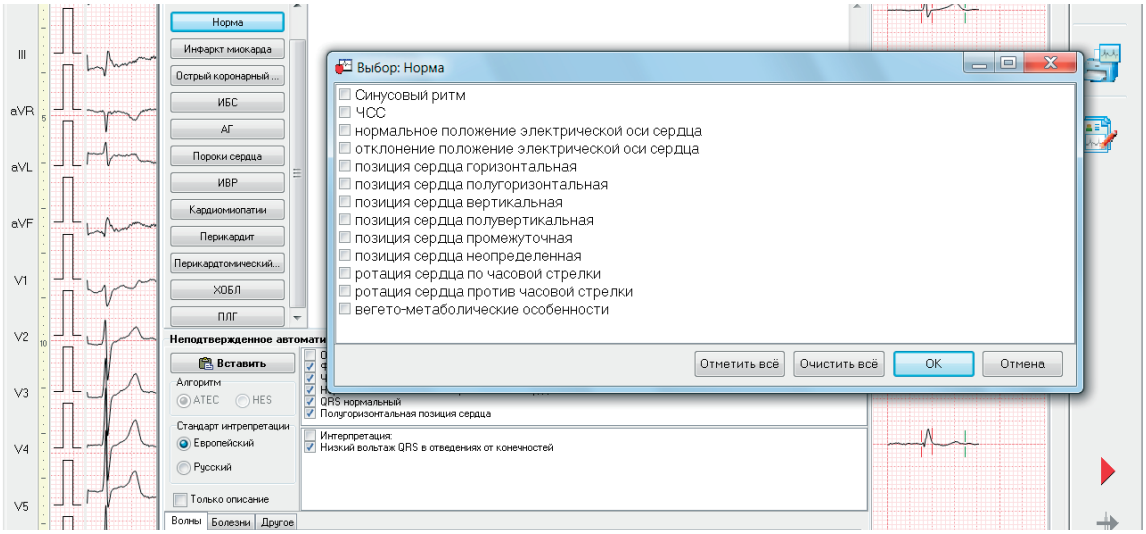


Рис. 12. Список шаблонов и раскрытое окно шаблона «Норма»

1000 пациентов были закодированы в соответствии с основными типами синдромальных заключений, а именно: синусовый ритм, фибрилляция предсердий, трепетание предсердий; очагово-рубцовые поражения нижней стенки (включая нижне-задний и нижне-задне-боковой инфаркты); очагово-рубцовые поражения передней стенки (включая передне-перегородочный и передне-боковой инфаркты); гипертрофия левого желудочка; гипертрофия правого желудочка; блокада правой ножки; блокада левой ножки; норма. Сопоставление данных проводилось тремя экспертами.

В таблице представлены данные по чувствительности и специфичности автоматического заключения. Полученные результаты соответствуют результатам автоматической синдромальной диагностики, показанным лучшими мировыми программами анализа ЭКГ.

Диагноз	Поставлено врачом	Поставлено программой	Из них ложно	Из них верно	Чувствительность,%	Специфичность,%
Синусовый ритм	704	689	22	669	95	80
Фибрилляция предсердий	63	77	16	61	97	98
ГЛЖ	103	137	72	65	63	93
ГПЖ	27	83	64	19	70	94
БПНГ	46	63	20	43	93	98

БЛНГ	31	39	10	29	94	99
Нижний очаг (и смешанные)	205	319	135	184	90	86
Передний очаг (и смешанные)	117	138	57	81	69	94
Норма	217	296	163	133	61	82

Кроме стационарных больных, были обследованы 150 больных, находящихся за пределами Кардиологического центра (в том числе за пределами Москвы). ЭКГ в этих случаях передавалась в базовый компьютер Кардиологического центра через Интернет или телефонные линии связи. В последнем случае в качестве записывающего и передающего ЭКГ устройства использовался МР на базе нетбука с модемом для цифровой передачи ЭКГ по телефонной линии. На рис. 13 представлен пример ЭКГ, переданной из Щелкова в Кардиоцентр через Интернет.

Рис. 13. Передача ЭКГ в Кардиоцентр из Щелково

В 20 случаях ЭКГ передавалась как через канал Интернет, так и по телефонной линии.

При съемке ЭКГ вне Кардиоцентра использовался пояс Tapuz. Использование этого пояса показывает принципиальную возможность правильного съема 12 отведений ЭКГ самим пациентом в домашних условиях. Пояс выполнен на резиновой основе, что по-

зволяет использовать его больным с разным типом телосложения. Пример съема ЭКГ обычными электродами и с помощью пояса у больного гиперстенического телосложения приведен на рис. 14 А и 14 Б.

Рис. 14 А. Съемка обычными электродами

Рис. 14 Б. Съемка поясом

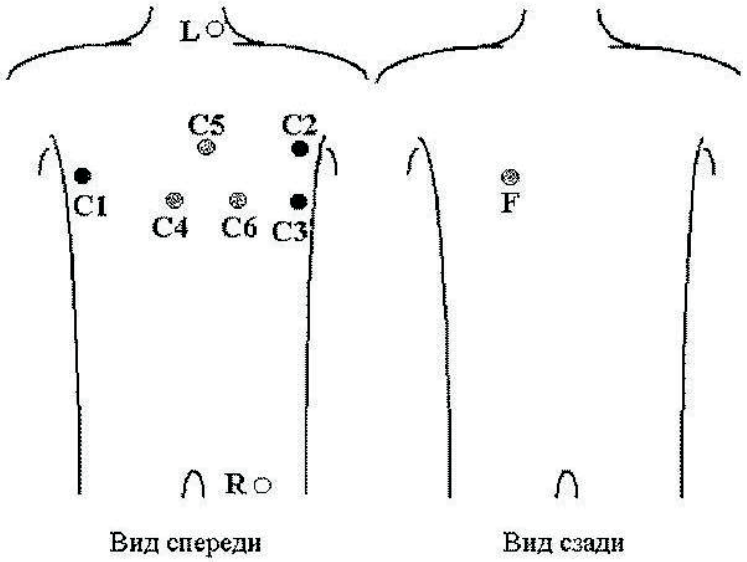
Анализ ортогональной ЭКГ

В случаях, когда интерпретация изменений ЭКГ в 12 отведений вызывает какие-либо сомнения, более полную информацию об электрическом поле сердца можно получить, используя разные формы визуализации и анализа ортогональных отведений ЭКГ.

Использование новых форм визуализации и анализа электрокардиографических сигналов может быть полезным при интерпретации изменений ЭКГ у больных со сложной сочетанной патологией, например, при малом r II, III, aVF (рубцовое поражение нижней локализации; передняя блокада; их сочетание).

Для регистрации ортогональных отведений ЭКГ по системе Мак Фи – Парунгао необходимо специальным образом наложить электроды и воспользоваться соответствующей процедурой программы Ates. Схема наложения электродов приведена на рис. 15.

Рис. 15. Расположение электродов системы отведений Мак Фи – Парунгао



Центр треугольника, образованного электродами С4, С5, С6, находится в пятом межреберье на 2 см влево от левого края грудины. Каждый из электродов С4, С5, С6 отстоит на 6 см от центра, образуя равносторонний треугольник. Электрод F расположен на спине напротив центра треугольника. Электроды С2 и С3 расположены на 5,5 см выше и ниже уровня центра треугольника (расстояние между ними 11 см) между передней и средней подмышечными линиями слева. Электрод С1 расположен между передней и средней подмышечными линиями справа, на уровне центра треугольника. Электрод L расположен на левой стороне шеи. Электрод R на левой ноге.

После того, как запись ЭКГ по системе Мак Фи – Парунгао сформирована, нужно экспортировать данную запись в формате системы. Полученный файл импортируется в формат, используемый программным модулем Vatesnew. Этот модуль позволяет визуализировать 10-секундный отрезок вектор – кардиограммы и выбирать представительный комплекс PQRST. На выбранном кардиоцикле проводится автоматическая разметка вектор – кардиограммы (выделяются зубец P, комплекс QRS, волна T), при необходимости разметка может быть скорректирована вручную.

Программа также позволяет вычислять различные вектор – кардиографические параметры и визуализировать петли P, QRS, T во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостях в заданном масштабе и петлю P в плоскости ее наилучшего приближения.

В автоматическом режиме формируется синдромальное заключение, которое при необходимости редактируется вручную, в том числе используя шаблоны вектор – кардиографических заключений.

Графические данные и заключение могут быть распечатаны на принтере или преобразованы в pdf-формат для передачи в электронную историю болезни.

Из программы обработки вектор – кардиограммы можно запустить модуль ДЭКАРТО, который предназначен прежде всего для облегчения визуальной интерпретации данных, получаемых при использовании ортогональной системы отведений. На дэкартограммах фактически представлена вся информация, содержащаяся в трех ортогональных сигналах, однако графическое отображение этой информации помогает осмыслить ее непосредственно в электрофизиологических терминах с анатомической привязкой к сердцу. Также модуль позволяет вычислить ряд количественных параметров, информативных, в частности, при диагностике гипертрофии левого желудочка.

На рис. 16 и 17 представлены электрокардиограмма, вектор-кардиограмма и дэкартограмма больной П., 65 лет, которая страдала АГ в течение 28 лет с «рабочим» систолическим АД 190 мм рт.

ст. и диастолическим 110 мм рт. ст. На электрокардиограмме критерий Соколова-Лайона составляет 26 мм, корнельский показатель – 18 мм, корнельское произведение – 1670 мм×мс, что соответствует нормальным значениям. На векторкардиограмме отмечается отклонение петли QRS влево и назад с увеличением ее вольтажных показателей (Rx+ Sz 3,6 мВ; SQRSxz 2,5 мВ2; угол φ 89°), что свидетельствует о ГЛЖ. На дэкартограмме наблюдается увеличение длительности активации до 50 мс, IADIM составляет 11 460 усл. ед., что также свидетельствует о ГЛЖ. При эхокардиографии у больной было обнаружено значительное увеличение ИММ ЛЖ (154 г/м2).

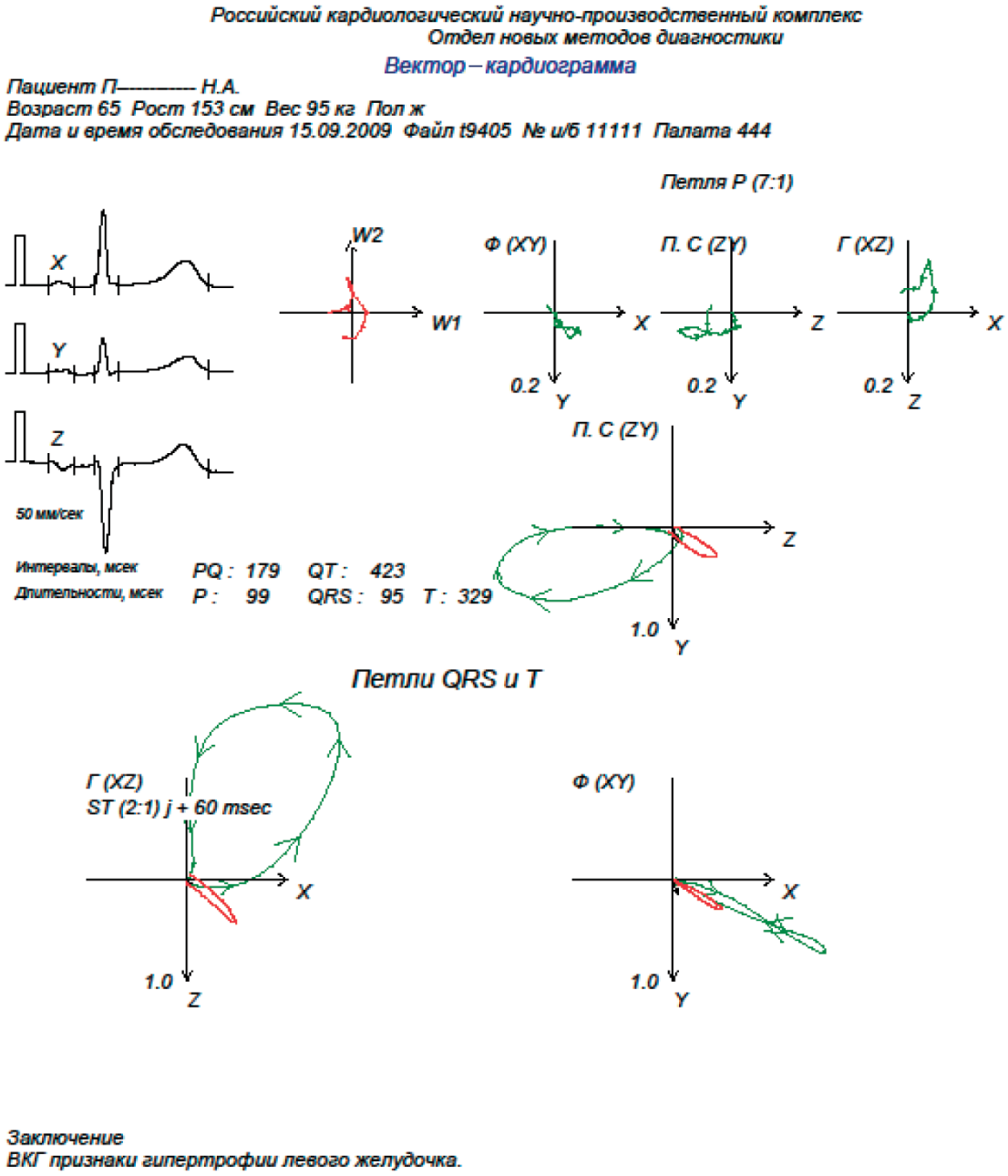


Рис. 16. Пример регистрации, автоматической обработки и заключения при съемке ВКГ

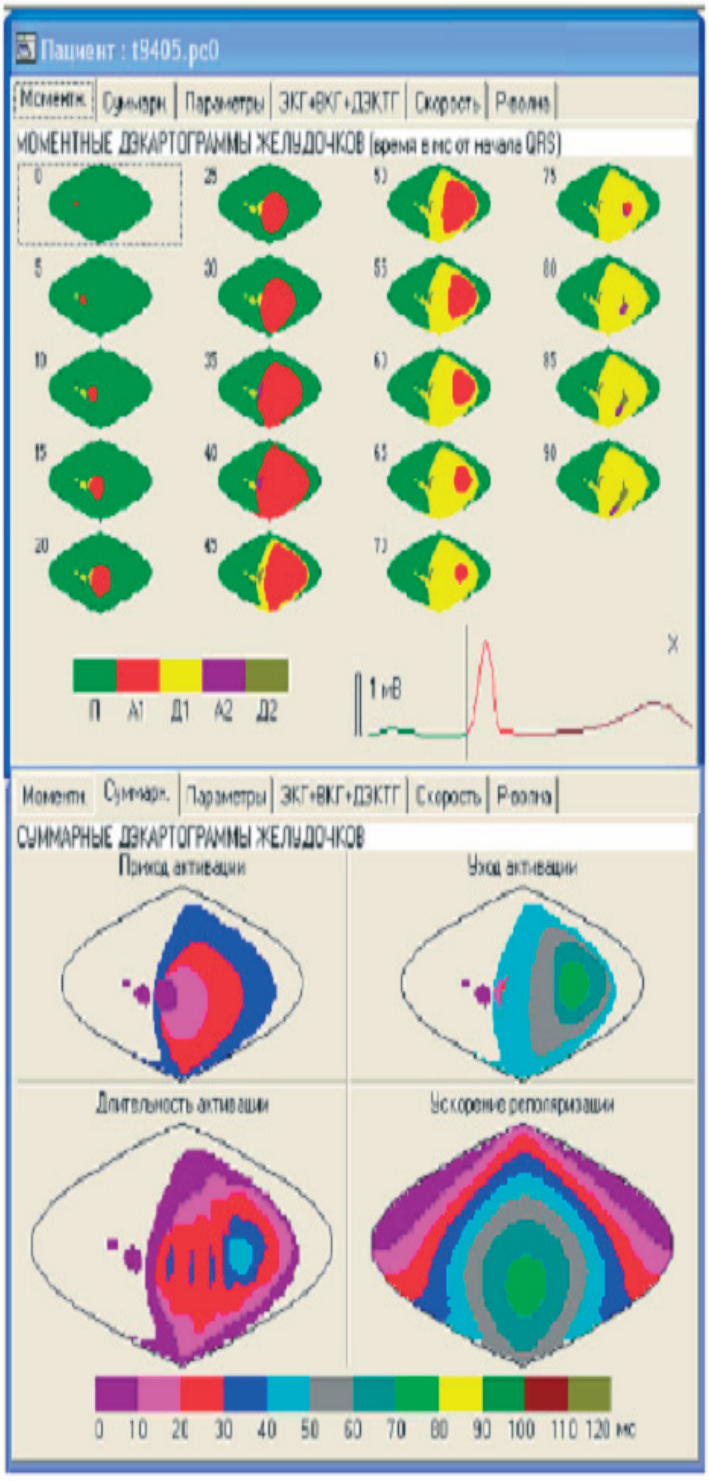
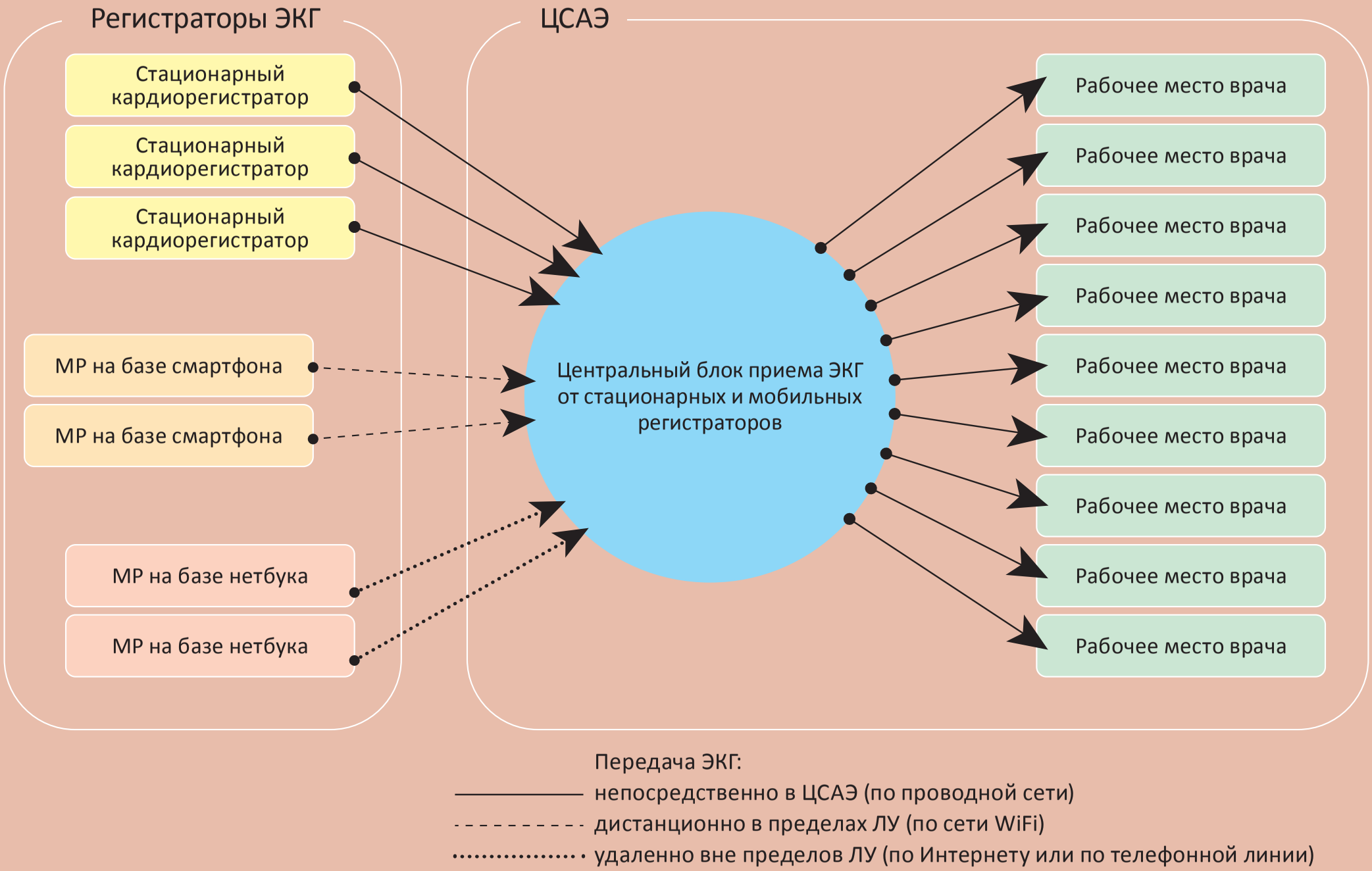


Рис. 17. Пример построения дэкартограммы

Глава 6. Подготовка специалистов

Учитывая перспективность указанных разработок, в качестве предложения МЗ можно поставить следующую задачу: во вновь разрабатываемых электрокардиографах предусмотреть наличие в ТЗ интерфейса (например, через Bluetooth или порт USB), который позволит передавать ЭКГ внешнему компьютерному устройству (смартфону, планшетному компьютеру, ноутбуку или ПК). Это обеспечит сохранение ЭКГ в памяти компьютера и дистанционную передачу ЭКГ.

Нельзя упускать из внимания кадровый вопрос. Работа врачей-кардиологов должна быть усилена врачами функциональной диагностики, подготовка которых в настоящее время слаба. Средний медицинский персонал также не имеет подготовки по функциональной диагностике. Необходимо усовершенствовать программы обучения медсестер и фельдшеров на базе медицинских колледжей и добиваться повышения компьютерной грамотности медперсонала.


Регистраторы ЭКГ
ЦСАЭ
Стационарный кардиорегистратор
Стационарный кардиорегистратор
Стационарный кардиорегистратор
МР на базе смартфона
МР на базе смартфона
МР на базе нетбука
МР на базе нетбука
Центральный блок приема ЭКГ от стационарных и мобильных регистраторов
Рабочее место врача
Рабочее место врача
Рабочее место врача
Рабочее место врача
Рабочее место врача
Рабочее место врача
Рабочее место врача
Рабочее место врача
Передача ЭКГ:
непосредственно в ЦСАЭ (по проводной сети)
дистанционно в пределах ЛУ (по сети WiFi)
удаленно вне пределов ЛУ (по Интернету или по телефонной линии)