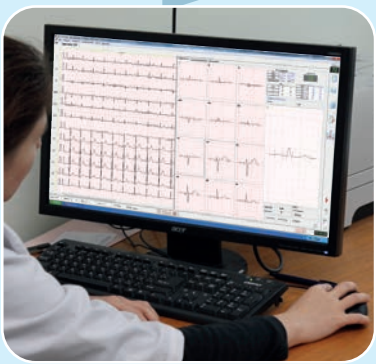
МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский кардиологический научно-производственный комплекс»
Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации
Институт клинической кардиологии им. А.Л.Мясникова

Применение систем дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ в условиях крупного стационара и медицинских учреждений сельской местности



Москва 2013

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

_____ Е.И. Чазов

«15» мая 2013 г.

Применение систем дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ в условиях крупного стационара и медицинских учреждений сельской местности

«РКНПК» МЗСР России

Методическое пособие для врачей

Москва 2013

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, Н.А.Вишнякова

Применение систем дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ в условиях крупного стационара и медицинских учреждений сельской местности.

Методическое пособие для врачей

Под редакцией академика Е.И.Чазова

В пособии представлены данные о возможностях и преимуществах дистанционной передачи ЭКГ в условиях крупного стационара и медицинских учреждений сельской местности, включая фельдшерско-акушерские пункты и сельские участковые больницы. Описано оборудование, использующееся при дистанционной передаче ЭКГ, а также методики съема, передачи и анализа электрокардиографической информации в центральной больнице и на сельском медицинском пункте.

В пособии обобщен четырехлетний опыт использования системы Easy ECG 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 Easy ECG в рамках электронной истории болезни в условиях стационара, фельдшерско-акушерского пункта и на дому. Представлены результаты оценки качества работы алгоритма автоматической синдромальной диагностики, используемого при работе системы Easy ECG.

Приведен краткий обзор систем дистанционной регистрации ЭКГ, представленных на российском рынке.

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

Учреждение-разработчик ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Минздравсоцразвития России.

Ответственный за издание – проф. Г.В.Рябыкина

Методическое пособие рекомендовано Ученым советом РКНПК МЗСР России.

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

Вишнякова Нелли Анатольевна
Кандидат медицинских наук, заместитель главного врача Урюпинской ЦРБ

Список сокращений

ВКГ — векторкардиограмма
КДКЦ — кардиологический дистанционный консультативный центр
МИС — медицинская информационная система
МР — мобильные регистраторы
ПК — персональный компьютер
ПО — программное обеспечение
РМ — рабочее место
ФАП — фельдшерско-акушерский пункт
ФК — кабинет функциональной диагностики
ЦСАЭ — централизованная система приема, архивирования и анализа ЭКГ
ЭИБ — электронная история болезни
ЭКГ — электрокардиограмма

Оглавление

Предисловие 9

Введение 10

Глава 1. О возможностях дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ
Почему в современных условиях недостаточно традиционной съемки ЭКГ? .. 12
Что дают дистанционная регистрация и централизованный анализ ЭКГ? 12
Каковы устройство и возможности централизованной системы анализа ЭКГ? 13
Об особенностях использования метода дистанционной передачи ЭКГ 13
Пример применения систем дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ в стационаре и в сельской местности 14

Глава 2. Оборудование для регистрации и централизованного анализа ЭКГ
Общие принципы устройства таких систем 16
Устройство системы Easy ECG, установленной в РКНПК 17
Устройство системы Easy ECG, установленной в четырех ЛПУ Волгоградской области 19
Различные модули систем дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ, их устройство и возможности 20

Глава 3. Методика дистанционной передачи и централизованного анализа ЭКГ в условиях стационара. Опыт работы РКНПК.
Работа медсестры по регистрации ЭКГ в кабинете ЭКГ 25
Работа медсестры по регистрации ЭКГ в палате 26
Работа врача на ЦСАЭ 27

Глава 4. Результаты использования системы Easy ECG в НИИ кардиологии РКНПК
Анализ ЭКГ 29
Анализ ортогональной ЭКГ 32

Глава 5. Эффективность использования системы Easy ECG в условиях сельской местности
Система дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ в Волгоградской области 38
Об особенностях устройства и перспективах развития системы 38
Работа с системой в участковой больнице и фельдшерско-акушерском пункте 39
Работа с системой в центре анализа ЭКГ 40

Протокол испытаний в сельской участковой больнице и в фельдшерско-акушерском пункте 40
Работа медсестры или фельдшера на фельдшерско-акушерском пункте 40
Краткий отчет о результатах апробации системы Easy ECG в сельской местности 42

Глава 6. Эффективность использования систем дистанционного анализа ЭКГ 52
Глава 7. Подготовка специалистов 54
Глава 8. Обзор систем дистанционной регистрации ЭКГ, представленных на российском рынке 55

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 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, Московской и Волгоградской областей.

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 (снятие, передача и анализ ЭКГ).

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 отсрочено) 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.

В России передача ЭКГ на расстояние начала осуществляться в 80 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 фирмы «Альтон» (Россия).

Следует заметить, что при использовании даже медленного канала сети Интернет передача ЭКГ происходит быстрее, чем по телефонным линиям. Если для передачи по телефонной линии используется не цифровой, а акустический способ, то теряется и качество ЭКГ (при цифровом способе ЭКГ передается без искажений).

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 мониторирования ЭКГ, ВКГ, нагрузочного тестирования, Эхокардиографии, УЗИ внутренних органов, Допплеровского исследования сосудов и т. д. Причем впервые данные ЭКГ, ВКГ, холтеровского мониторирования ЭКГ и нагрузочных проб 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 Easy ECG. Система включает в себя информационную компьютерную систему, программное обеспечение к которой разработано и поддерживается компанией «АТЕС МЕДИКА» (Россия), и цифровые усилители ЭКГ (ATES MEDICA device, Италия). В качестве компьютерных модулей двух мобильных регистраторов используются смартфон и планшетный компьютер, для стационарного кардиорегистратора компьютерная часть состоит из ПК с операционной системой Windows 7.

За четырехлетний период работы с этой системой в РКНПК зарегистрировано, проанализировано и передано в систему электронной истории болезни более 47000 ЭКГ. В четырех ЛПУ Урюпинского р-на Волгоградской области с 25.03.2013 по 14.05.2013 зарегистрировано и проанализировано 1027 ЭКГ, из которых 505 ЭКГ переданы для анализа дистанционно. В сложных случаях ЭКГ передавались для дополнительной консультации из Урюпинска в Москву в РКНПК; проанализировано более 180 таких записей.

Глава 1. О возможностях дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ

Почему в современных условиях недостаточно традиционной съемки ЭКГ?

Традиционная съемка ЭКГ имеет ряд ограничений. Во-первых, 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. Во-вторых, невозможно автоматизировать процесс анализа ЭКГ, сделав его доступным для нескольких врачей на их рабочих местах. В-третьих, нельзя автоматически сохранить результаты анализа ЭКГ в электронной истории болезни. В-четвертых, 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 мнение превратилось в заблуждение. По простоте управления многие современные компьютерные кардиорегистраторы не уступают «классике», а по возможностям значительно превосходят ее.

Что дают дистанционная регистрация и централизованный анализ ЭКГ?

Основные преимущества использования дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ в качестве альтернативы стандартной съемки – следующие:

1. Возможность **регистрации ЭКГ там, где находится пациент, и возможность 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).

2. Возможность обеспечения **автоматического приема, централизованного анализа и архивирования потока ЭКГ**, зарегистрированных как дистанционно, так и на месте анализа.

Для дистанционной регистрации ЭКГ используются мобильные регистраторы (МР) ЭКГ, а для регистрации ЭКГ на месте анализа используются стационарные компьютерные электрокардиографы. (Эти приборы подробнее

обсуждаются в главе 2.)

Принятые ЭКГ анализируются специалистами и сохраняются в электронном виде вместе с врачебными заключениями, с возможностью дальнейшего доступа к этой информации. 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 (согласно приказу № 599, на 80 принятых ЭКГ по штатному расписанию необходимо 5 врачей). При дистанционной регистрации обеспечивается «обратная связь» (передача текста врачебного заключения назад на МР, передавший ЭКГ).

Каковы устройство и возможности централизованной системы анализа ЭКГ?

Централизованная система приема, архивирования и анализа ЭКГ (ЦСАЭ) — это сетевая компьютерная система, состоящая из центрального блока и ряда рабочих мест (РМ) 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 и вставки в него выбранных фрагментов автоматического заключения; возможность распечатки различных выходных форм с сигналом ЭКГ, результатами ее обработки и врачебным заключением.

ЦСАЭ может использоваться одновременно как для дистанционной, так и для обычной регистрации ЭКГ в рамках того лечебного учреждения, где она установлена. Таким образом, **с помощью одной системы решаются две задачи: обеспечения дистанционной регистрации ЭКГ и оптимизации традиционной регистрации ЭКГ**.

Важной дополнительной возможностью системы является сохранение ЭКГ и врачебного заключения в системе электронной истории болезни (в случае системы РКНПК это МИС Интерин).

Об особенностях использования метода дистанционной передачи ЭКГ

Использование метода зависит от технических аспектов и от «человеческого фактора».

Технические аспекты связаны непосредственно с дистанционной передачей ЭКГ.

Передача через Интернет осуществляется через стационарное Интернет-соединение (при регистрации в локальном ЛПУ) или через мобильный Интернет. Это основной способ передачи ЭКГ, зарегистрированных удаленно от

ЦСАЭ, соответствующий современному уровню технологий.

При дистанционной передаче ЭКГ в пределах крупного стационара, где установлена ЦСАЭ, может использоваться передача непосредственно через локальную сеть ЛПУ (если она имеется), беспроводным способом (через WiFi соединение).

При отсутствии Интернета удаленная передача ЭКГ может осуществляться по проводным телефонным линиям. **Аналоговый способ передачи (т.н. «ЭКГ по телефону») является устаревшей технологией, в современных системах должен быть использован только цифровой способ передачи ЭКГ**. Скорость передачи данных многократно превышает скорость аналоговой передачи, хотя и может быть замедлена при сильных помехах на линии. На качество передачи ЭКГ при цифровом способе помехи на линии не влияют (запись передается без искажений).

Следует отметить, что передача по проводной телефонной линии востребована все меньше, поскольку область покрытия мобильной связью во всех регионах постоянно увеличивается.

Относительное ограничение метода связано с возможной необходимостью **печати ЭКГ на месте регистрации**. Такой возможностью обладают не все МР; с другой стороны, она не всегда востребована. Наличие принтера неизбежно утяжеляет прибор. Большинство существующих МР с функцией печати использует только узкую термопечать, соответствующую одноканальному электрокардиографу (40-56мм). Для системы Easy ECG опция печати на портативном термопринтере присутствует только у МР с передачей ЭКГ при помощи планшетного ПК или нетбука; возможна установка портативного бортового термопринтера с шириной бумаги 90 мм (как у трехканального электрокардиографа), или полноформатного принтера с шириной бумаги 210мм (как у 12-ти канального электрокардиографа).

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.

Пример применения систем дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ в стационаре и в сельской местности

В РКНПК в Москве, и в четырех ЛПУ Волгоградской области, установлены системы Easy ECG (Россия – Италия), в конфигурациях, соответствующих поставленным целям. Кроме собственного анализа ЭКГ, система, установленная в Волгоградской области, может при необходимости **передавать свои ЭКГ в Москву и получать назад врачебные заключения** специалистов РКНПК.

Система в РКНПК включает центральный блок, 10 рабочих мест врачей, 3 стационарных кардиорегистратора, установленных в кабинете ФД, 2 МР на

базе смартфона, использующихся для регистрации ЭКГ в палатах, и 2 МР на базе нетбука, использующиеся для регистрации ЭКГ вне РКНПК. Кроме этого, обеспечена возможность приема ЭКГ, переданных из Волгоградской области (***Рис. 1***).

Регистрация в палатах – еще одно применение дистанционной регистрации ЭКГ; в этом случае - в пределах ЛПУ, в котором установлена ЦСАЭ. ЭКГ передается по беспроводной компьютерной сети (WiFi).

Два МР на базе нетбука для регистрации ЭКГ вне РКНПК пока использованы для демонстрации возможностей системы. В разных точках Москвы и Московской области зарегистрировано и передано в РКНПК более 150 ЭКГ. ЭКГ передавались через мобильный интернет и по проводным телефонным линиям (цифровым образом).

Третье применение дистанционной передачи ЭКГ – передача в РКНПК записей ЭКГ, полученных в другом ЛПУ. В данном случае записи передаются из ЦСАЭ, установленной в поликлинике ЦРБ г. Урюпинска. Такая передача ЭКГ открывает возможности для консультаций между специалистами, находящимися на любом удалении друг от друга.

Врачами отмечено, что все записи ЭКГ, поступившие в систему, одинаково хорошего качества. Записи, сделанные дистанционно, ничем не отличаются от ЭКГ, снятых в кабинете функциональной диагностики (ФД). Ежедневно обрабатываются около 140 ЭКГ; потенциальная возможность такой системы составляет не менее 300 ЭКГ в день (по 30 ЭКГ на одно РМ врача).

В Волгоградской области для дистанционной работы в сельской местности и обычной регистрации ЭКГ установлена система, связывающая 4 ЛПУ: Урюпинскую ЦРБ, поликлинику ЦРБ, Михайловскую участковую больницу, ФАП в хуторе Рассошка. В двух ЛПУ г. Урюпинска осуществляется прием ЭКГ из ФАП-а и сельского стационара и регистрация собственных ЭКГ. В каждом из этих ЛПУ установлена своя ЦСАЭ, совмещающая на одном компьютере центральную станцию приема ЭКГ, РМ врача и стационарный компьютерный электрокардиограф. В ФАП-е и в сельской больнице установлены одинаковые МР на базе нетбука, передающие ЭКГ по мобильному интернету (в поликлинику – днем, в больницу – ночью) ***(Рис. 2).***

Замечание. Система в г. Урюпинске задумана как состоящая из одной СЦАЭ, включающей оба ЛПУ; существующая конфигурация системы из двух СЦАЭ будет преобразована соответствующим образом после подключения общей компьютерной сети и стационарного Интернета в поликлинике и больнице.

Каждая ЦСАЭ принимает ЭКГ, дистанционно зарегистрированные в ФАПе и сельском стационаре и, кроме того, обрабатывает ЭКГ, снятые в своем кабинете ФД. Таким образом, вся система в настоящее время обрабатывает такие «потоки» ЭКГ: 2 потока ЭКГ из локальных ЛПУ; пациентов, проходящих диспансеризацию в Урюпинске; своих штатных больных. За период с 25 марта по 14 мая 2013 г. зарегистрировано и проанализировано 1027 ЭКГ.

В дальнейших главах устройство обоих систем (в Москве и Волгоградской области) и результаты их использования освещены более подробно.

Глава 2. Оборудование для дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ

Общие принципы устройства систем дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ

Любая система дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ состоит из регистрирующего блока (приборов, регистрирующих ЭКГ и передающих ЭКГ в ЦСАЭ) и анализирующего блока (т.е. собственно ЦСАЭ).

Регистрирующий блок состоит из МР, передающих ЭКГ в ЦСАЭ дистанционно, и (или) стационарных компьютерных электрокардиографов, подключенных непосредственно к ЦСАЭ.

МР, используемые для дистанционной передачи ЭКГ, это 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. Некоторые особенности использования каналов связи изложены в Главе 1. Основным каналом для передачи дистанционно зарегистрированных ЭКГ является мобильный интернет. Для выхода в интернет используется внешний интернет-модем или встроенный в прибор блок с сим-картой. При регистрации в палатах крупного стационара предпочтительнее использовать беспроводной доступ к локальной компьютерной сети этого ЛПУ (если таковая имеется). Использованные в настоящей работе МР состоят из компактного цифрового кардиоусилителя и компьютерного блока. Последний может быть смартфоном, планшетным компьютером или нетбуком.

Для регистрации ЭКГ на месте анализа используются стационарные компьютерные электрокардиографы, передающие ЭКГ непосредственно в ЦСАЭ по проводной компьютерной сети. (При отсутствии таковой в ЛПУ сетевое соединение осуществляет поставщик системы.) Эти приборы, как и МР, включают кардиоусилитель и компьютерный блок – в данном случае, обычный ПК.

Как отмечалось в главе 1, ЦСАЭ состоит из центрального блока, принимающего и архивирующего ЭКГ, и ряда РМ врачей, подключенных к центральному блоку и работающих согласованно. Компьютер центрального блока содержит систему жестких дисков повышенной емкости с защитным дублированием информации. ПО, установленное на РМ врачей, позволяет им анализировать поступающие записи ЭКГ и быстро создавать заключение врача в электронном виде. Компьютер РМ врача должен иметь широкоформатный дисплей и принтер. Архивирование ЭКГ и доступ к записям ЭКГ для анализа и сохранения врачебного заключения с РМ врачей организованы одинаково, вне зависимости от источника поступления ЭКГ.

Различные блоки системы могут быть объединены; например, в Урюпинской поликлинике один компьютер является центральным блоком, РМ врача и компьютерным электрокардиографом одновременно. В РКНПК центральный блок ЦСАЭ совмещен с компьютерным электрокардиографом.

Особенности устройства различных модулей системы обсуждается ниже.

В РКНПК в Москве и в четырех ЛПУ Волгоградской области используются различные конфигурации системы Easy ECG. Система разработана компанией АТЕС МЕДИКА (Россия), цифровые кардиорегистраторы Easy ECG - итальянского производства.

<u>Устройство системы Easy ECG, установленной в РКНПК</u>

Система установлена в следующей конфигурации:

- Блок регистрации ЭКГ:
  - ✓ стационарных кардиорегистраторов – 3
  - ✓ МР для регистрации ЭКГ в палатах – 2;
    (из них один на базе смартфона, один на базе планшетного компьютера)
  - ✓ МР для регистрации ЭКГ вне пределов РКНПК
    (оба на базе нетбука)
- Блок приема, анализа и архивирования ЭКГ (ЦСАЭ):
  - ✓ Центральный блок приема ЭКГ – 1
    (совмещен с одним из стационарных кардиорегистраторов)
  - ✓ РМ врача – 10

ЦСАЭ РКНПК принимает также ЭКГ от системы, установленной в Волгоградской области.

Врачебные заключения и электронные образы распечаток сохраняются в системе электронной истории болезни (МИС Интерин). Стационарные кардиорегистраторы установлены в кабинете ФД отдела Новых методов РКНПК.

МР используются в различных палатах и отделениях Р и ИТ и для дистанционной регистрации ЭКГ в Москве и Московской области. Десять РМ врачей установлены во врачебных кабинетах РКНПК.

Общая схема системы представлена на ***Рис. 1***

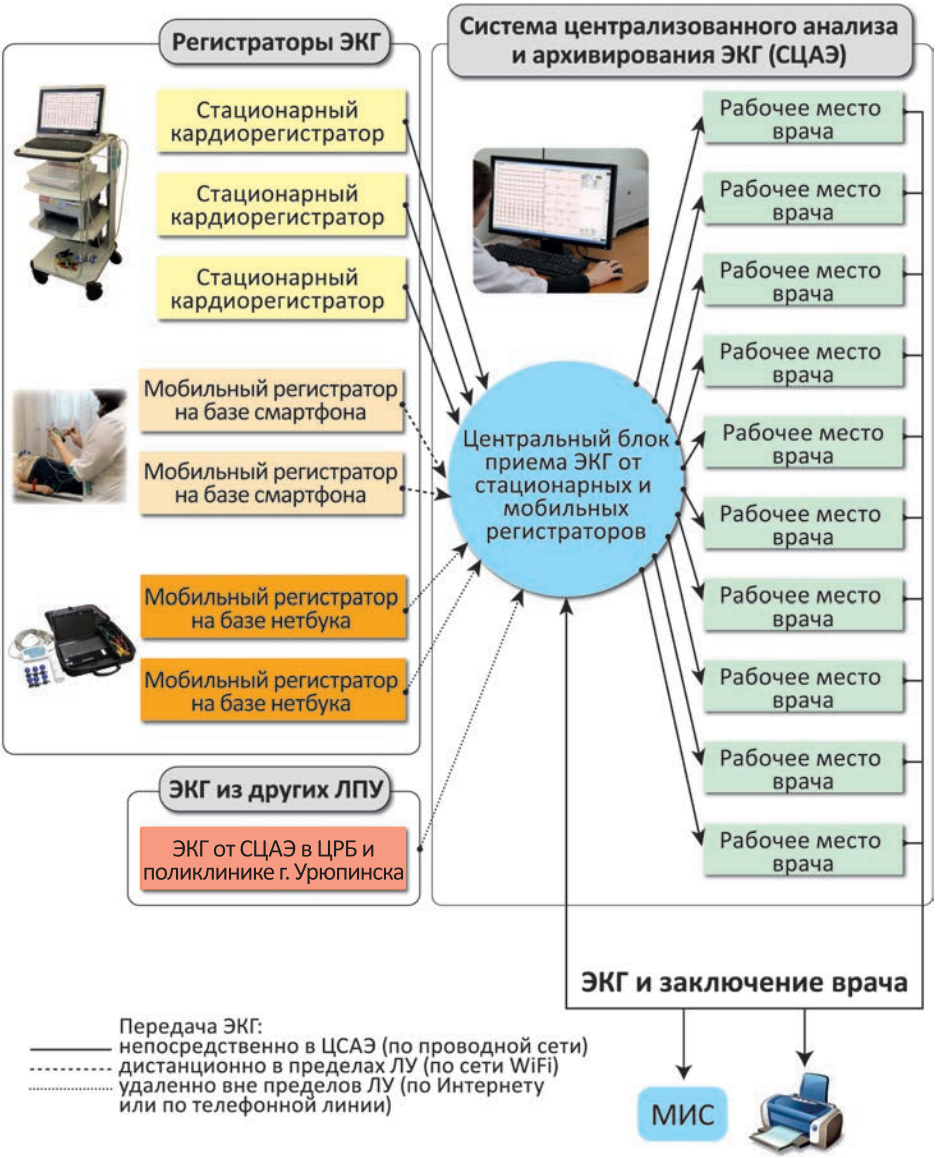


Рис. 1 Конфигурация системы Easy ECG, установленной в РКНПК

Устройство системы Easy ECG, установленной в четырех ЛПУ Волгоградской области

Система установлена в следующей конфигурации:

- Блок регистрации ЭКГ:
  - ✓ стационарных кардиорегистраторов – 2 (в ЦРБ г. Урюпинска, в поликлинике ЦРБ г. Урюпинска)
  - ✓ МР для дистанционной регистрации ЭКГ (на базе нетбука) – 2 (в Михайловской СУБ и в ФАП Урюпинского района)
- Блок приема и анализа ЭКГ в ЦРБ г. Урюпинска (ЦСАЭ):
  - ✓ Центральный блок приема ЭКГ и РМ врача (на одном компьютере) (совмещен со стационарным кардиорегистратором; есть режим передачи ЭКГ в ЦСАЭ поликлиники ЦРБ г. Урюпинска)
- Блок приема и анализа ЭКГ в поликлинике ЦРБ г. Урюпинска (ЦСАЭ): Центральный блок приема ЭКГ и РМ врача (на одном компьютере) (совмещен со стационарным кардиорегистратором; есть режим передачи ЭКГ в ЦСАЭ РКНПК)

ЭКГ из ФАПа и сельского стационара передаются в поликлинику (днем) и в больницу (ночью) г. Урюпинска. ЭКГ из больницы г. Урюпинска могут передаваться в ЦСАЭ поликлиники (временно, до совмещения обоих ЦСАЭ в одну). ЭКГ из поликлиники передаются (выборочно) в Москву в ЦСАЭ РКНПК. Общая схема системы представлена на ***Рис. 2***

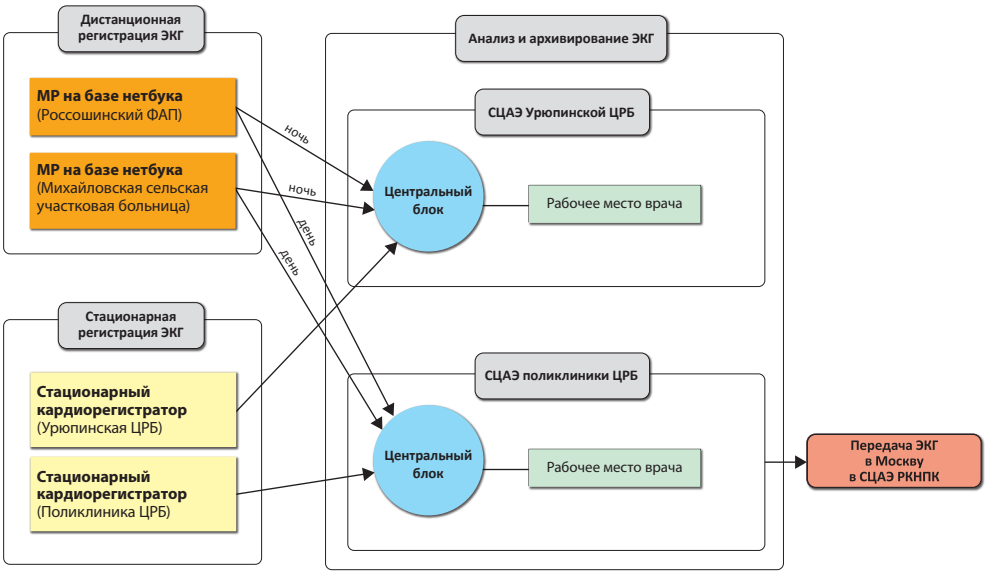


Рис. 2 Конфигурация системы Easy ECG, установленной в четырех ЛПУ Волгоградской области

Различные модули систем дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ, их устройство и возможности

Все кардиорегистраторы (мобильные и стационарные) в системе Easy ECG включают компактные цифровые усилители и компьютерные модули. Цифровой усилитель переводит электрический сигнал ЭКГ в цифровую форму и передает его в компьютерный модуль. Последний может быть смартфоном, планшетным компьютером, нетбуком или стационарным компьютером, в зависимости от назначения кардиорегистратора.

Все компьютерные модули кардиорегистраторов управляются программным обеспечением Easy ECG для регистрации, архивирования и анализа ЭКГ (разработка компании АТЕС МЕДИКА, Россия).

Все МР могут передавать ЭКГ цифровым образом по различным каналам связи. При поступлении ЭКГ в ЦСАЭ на МР передается подтверждение того, что ЭКГ принята и, после анализа ЭКГ, врачебное заключение. Качество дистанционно зарегистрированных записей не отличается от качества ЭКГ, полученных при обычной регистрации.

Цифровой кардиоусилитель Easy ECG

Этот модуль передает оцифрованный сигнал ЭКГ соответствующему компьютерному модулю по проводной (порт USB) или беспроводной (Bluetooth) связи. На рис. 2 представлен компактный цифровой усилитель Easy ECG (ATES-MEDICA device – Италия).

Рис. 3 Цифровой кардиоусилитель Easy ECG.

Стационарные кардиорегистраторы (компьютерные электрокардиографы). Эти модули комплектуются в настольном варианте (***Рис. 4***) и в передвижном варианте - на специализированной тележке (***Рис. 5***). Прибор на тележке включает компьютер-моноблок с сенсорным экраном и блоком бесперебойного питания.

Компьютерный блок стационарного кардиорегистратора оснащен полной версией ПО Easy ECG, включающей все возможности анализа ЭКГ. Возможность «нажимать на кнопки» на сенсорном экране передвижного прибора 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 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.

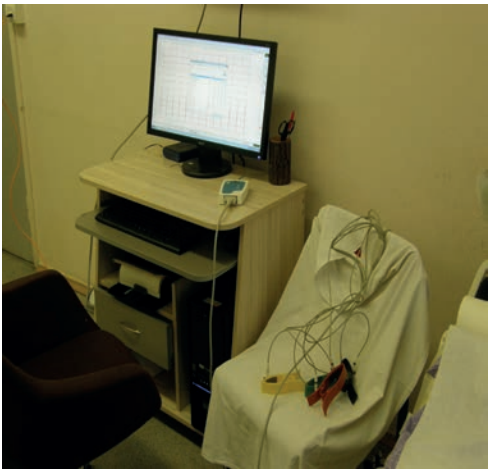


Рис.4 Стационарный кардиорегистратор – настольный вариант

Рис.5 Кардиорегистратор на медицинской тележке

Мобильные (носимые) кардиорегистраторы (МР)

Комплектация этих модулей системы Easy ECG зависит от целей их применения. Наиболее легкие и компактные варианты не обладают диагностической функциональностью и служат только для регистрации и дистанционной передачи ЭКГ. Это МР на базе смартфона (или планшетного компьютера с экраном 7 дюймов) на базе ОС Андроид. МР на базе нетбука или «планшетника» с экраном 10 дюймов (на базе ОС Windows 7 или Windows 8) являются не только устройствами для регистрации и дистанционной передачи ЭКГ, но и полноценными диагностическими приборами. Такие МР могут быть оснащены бортовым термопринтером (ширина бумаги 80мм или 210мм), что превращает их в полноценные электрокардиографы с дополнительными функциональными возможностями.

МР на базе смартфона (Рис. 6) рассчитаны на использование средним медперсоналом. Управление такими МР предельно упрощено и доступно каждому, кто умеет обращаться с мобильным телефоном. В РКНПК эти приборы используются для регистрации в палатах, а передача ЭКГ производится беспроводным образом (через Wi-Fi) непосредственно в локальную компьютерную сеть РКНПК. Анализ ЭКГ производится только после пересылки записи в ЦСАЭ. Возможности бортовой печати ЭКГ нет. Связь кардиоусилителя со сматрфоном – беспроводная (Bluetooth). Каналом связи для пересылки ЭКГ в ЦСАЭ может быть и мобильный Интернет (при работе на выезде или отсутствии в ЛПУ локальной компьютерной сети). Преимущества прибора – исключительные компактность и легкость.

Диагностическая функциональность ***МР на базе нетбука (Рис. 7) или большого «планшетника»*** превосходит функциональность обычного электрокардиографа. Компактность и легкость прибора соответствуют таковым для портативных электрокардиографов, но уступают МР на базе смартфона. Прибор оснащен упрощенной версией ПО Easy ECG, 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 Easy ECG с передающим устройством – как беспроводная (Bluetooth), так и проводная (порт USB). Эти приборы рассчитаны на эксплуатацию как средним медперсоналом, так и врачами. Анализ ЭКГ может производиться либо после пересылки ЭКГ в ЦСАЭ, либо на месте. Кроме возможности печати на бортовом термопринтере (опция), при использовании внутри ЛПУ можно печатать ЭКГ на лазерном принтере (беспроводным образом). Каналы связи для пересылки ЭКГ: беспроводная сеть (Wi-Fi) при работе внутри ЛПУ, мобильный Интернет или проводные телефонные линии при работе на выезде. Передача ЭКГ по телефонной линии осуществляется цифровым образом. Благодаря использованию спящего режима операционной системы Windows 7 (или 8) исключено ожидание при включении прибора (не требуется перезагрузка компьютера каждый раз при регистрации ЭКГ).

Рис. 6 Мобильный регистратор на базе смартфона

Рис. 7 Мобильный регистратор на базе нетбука

Планшетный компьютер отличается от нетбука большей компактностью, наличием сенсорного экрана и отсутствием внешней клавиатуры. Использование нетбука целесообразно из экономических соображений (он дешевле «планшетника») и в случаях, когда необходим частый ввод с клавиатуры 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, и использование компактного «планшетника» более удобно, чем нетбука.

В Волгоградской области использованы два МР – в ФАПе хутора Россошинский и в Михайловской участковой больнице. Приборы используются как для регистрации ЭКГ внутри ЛПУ, так и при регистрации на выезде. При использовании в стационаре доступна печать ЭКГ на беспроводном лазерном принтере на простой бумаге А4. Бортовая термопечать отсутствует. Следует отметить, что диагностические возможности приборов позволяют немедленно сигнализировать персоналу о наличии у пациента острого инфаркта миокарда. Диагностический алгоритм практически наверняка выявит наличие такого состояния, даже если ошибется в деталях диагноза.

Центральный блок системы Easy ECG

ПО компьютера центрального блока принимает записи ЭКГ, поступающие по различным каналам связи, сохраняет эти записи в базе данных системы и делает их доступными для всех РМ системы. Этот компьютер оснащен жесткими дисками 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 может совмещаться с другими модулями системы. В РКНПК он совмещен со стационарным кардиорегистратором, а в системе Волгоградской области в одном компьютере совмещены центральный блок, РМ врача и стационарный кардиорегистратор.

Рабочие места врачей

Как отмечалось в главе 1, ПО, установленное на рабочем месте врача, обладает широкими возможностями для анализа ЭКГ и максимально эффективного и быстрого составления врачебного заключения. Подробнее работа врача по анализу ЭКГ с использованием возможностей ПО для обработки ЭКГ описана ниже.

На ***Рис. 8*** изображено одно из рабочих мест врача-функционалиста в Отделе новых методов диагностики РКНПК. Все компьютеры рабочих мест врачей в РКНПК подключены к системе электронной истории болезни (МИС Интерин). Чтобы максимально использовать имеющиеся ресурсы и избежать лишних затрат, устанавливаемая ЦСАЭ была интегрирована в уже существующую компьютерную сеть. ЭКГ, результаты ее анализа и врачебные заключения автоматически сохраняются в системе электронной истории болезни, для чего разработано специальное программное обеспечение.

Каждый компьютер рабочего места врача, и в РКНПК, и в системе Волгоградской области, снабжен широкоформатным монитором высокого разрешения и принтером. Следует отметить, что все специалисты, ранее использовавшие только «бумажный» анализ ЭКГ, теперь безоговорочно предпочитают «шифровку по экрану» работе с бумажной «пленкой».

Глава 3. Методика дистанционной передачи и централизованного анализа ЭКГ в условиях стационара. Опыт работы РКНПК.

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. 9.

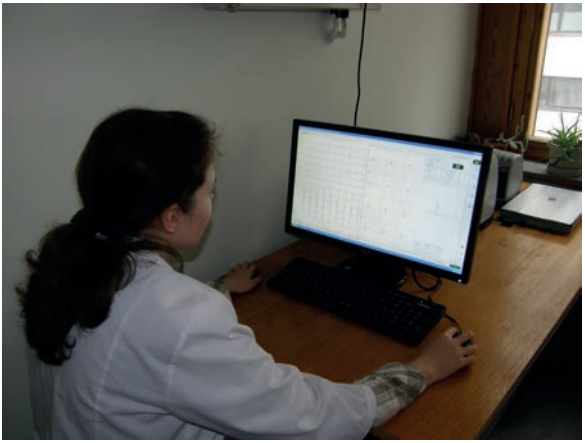


Рис.8 Рабочее место врача.

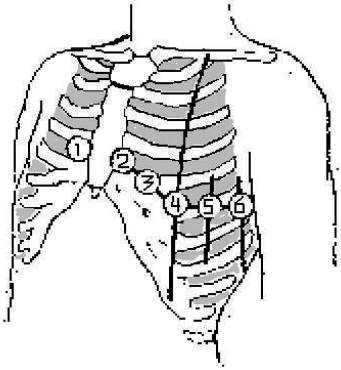


Рис. 9 Схема наложения грудных электродов.

Грудные электроды V1 – V6:

✓ V1 – накладывается в четвертом межреберьи справа от грудины;

✓ V2 – накладывается в четвертом межреберьи слева от грудины;

✓ V4 – накладывается в пятом межреберьи по левой срединно-ключичной линии;
✓ V3 – накладывается на середине расстояния между V2 и V4;
✓ V5 – накладывается в пятом межреберьи по левой передней подмышечной линии;
✓ V6 – накладывается в пятом межреберьи 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 мобильного регистратора производится автоматическая регистрация ЭКГ и передача ее в носимый регистратор по Wi-Fi соединению; ЭКГ, зарегистрированная дистанционно, передается на центральный блок через Интернет или по телефонной линии. На рис. 10 показана съемка ЭКГ в палате с помощью МР на базе смартфона.

Рис. 10. На больного наложены электроды, соединенные кабелем пациента с регистратором Easy ECG

Смартфон в руках у медсестры; он может быть удален от регистратора на 10-12 м. При работе со смартфоном ЭКГ выводится на экран смартфона ***(Рис. 11)*** и при необходимости (например, в острых случаях) врач может просмотреть ЭКГ непосредственно во время или сразу после ее регистрации.

Рис. 11. На экране смартфона выведена ЭКГ.

Регистрация ЭКГ с 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.

<u>Работа врача на ЦСАЭ</u>

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 ЭКГ автоматически сохраняются в системе электронной истории болезни 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 становиться 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 ***(Рис.12)***.

Широкоформатный дисплей позволяет разместить 8 секунд сигнала ЭКГ и окно анализа одновременно. 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. 12. Слева ЭКГ в 12 отведениях, справа вкладка автоматической разметки комплексов PQRST в 12 отведениях и укрупненное изображение выбранного врачом комплекса PQRST.

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, соответствует 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 Easy ECG. В настоящее время используется печатная форма «Все на одном листе», включающая ЭКГ-12, расчетные параметры (RR, P, PQ, QRS, QT, QTc, углы α) и врачебное заключение.

Глава 4. Результаты использования системы Easy ECG в НИИ кардиологии РКНПК

Анализ ЭКГ-12

Система Easy ECG была внедрена в НИИ кардиологии в 2009 году. К середине мая 2013 г. с помощью этой системы зарегистрировано, проанализировано и сохранено в базе данных системы и в системе «Электронная история болезни» более 47000 ЭКГ-12.

Помимо этого, в системе Easy ECG разработана и используется дополнительная опция регистрации ортогональной ЭКГ (система Франка или Мак Фи – Парунгао) и анализа ортогональной ЭКГ и векторкардиограммы 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. 13 приведен пример правильной автоматической разметки ЭКГ при фибрилляции предсердий на печатной форме «Все на одном листе».

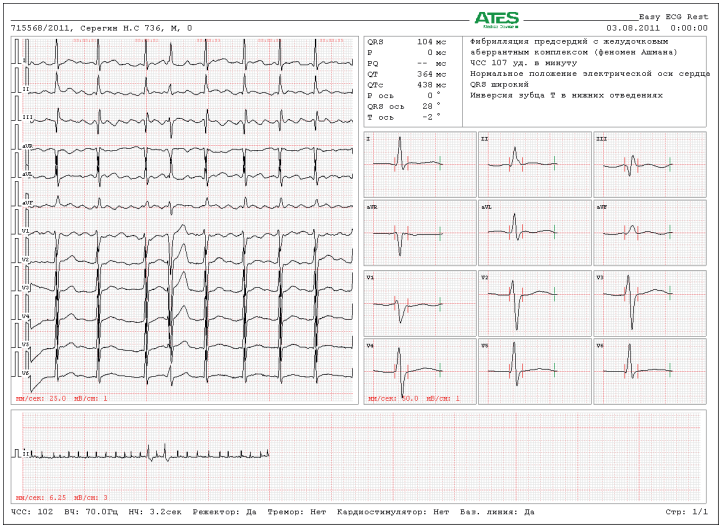


Рис. 13 Пример правильной автоматической разметки ЭКГ при фибрилляции предсердий на печатной форме «Все на одном листе».

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.

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. 14***.

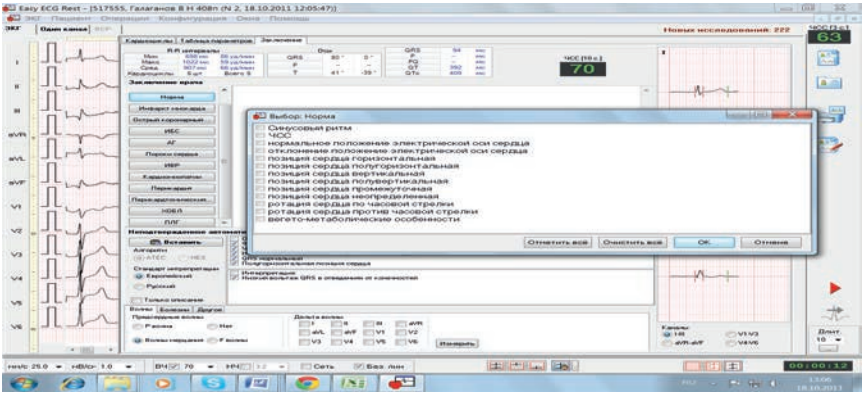


Рис. 14. Список шаблонов и раскрытое окно шаблона «Норма».

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

Таблица 1. Чувствительность и специфичность автоматического диагностического заключения

Диагноз	Поставлено врачом	Поставлено программой	Из них ложно	Из них верно	Чувстви-тельность	Специ-фичность
Синусовый ритм	703	691	27	664	94.45	76.11
Фибрилляция предсердий	66	64	22	42	63.64	97.07
ГЛЖ	103	137	72	65	63.11	93.05
ГПЖ	27	83	64	19	70.37	94.24
БПНГ	46	63	20	43	93.48	98.17
БЛНГ	31	39	10	29	93.55	99.1
Нижний очаг (и смешанные)	205	319	135	184	89.76	85.55
Передний очаг (и смешанные)	117	138	57	81	69.23	94.42
Норма	217	296	163	133	61.29	82.32
Любые патологии	652	830	238	592	90.8	51.13

Кроме стационарных больных, с помощью системы Easy ECG были обследованы 52 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 нетбук с цифровым модемом для передачи данных через телефонную линию. На ***Рис. 15*** представлен пример ЭКГ, переданной из Щелково в Кардиоцентр через Интернет.

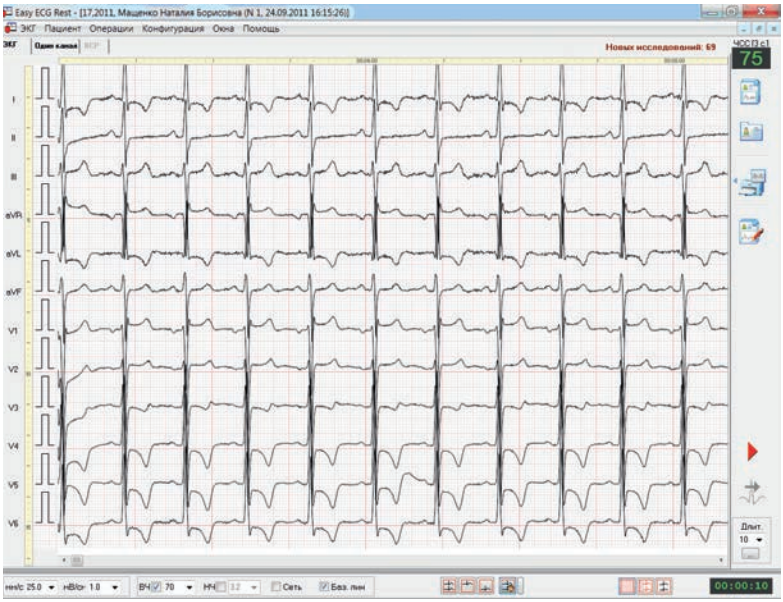


Рис. 15. Передача ЭКГ в РКНПК из Щелково.

20 записей ЭКГ было передано как через канал Интернет, так и через проводную телефонную линию.

Анализ ортогональной ЭКГ

Программа Easy ECG позволяет регистрировать ЭКГ в ортогональных отведениях (по системам Мак Фи - Парунгао и Франка), а также синтезировать приближенную ортогональную ЭКГ по обычной записи ЭКГ 12. В обоих случаях программа позволяет проводить анализ ВКГ (“векторной петли”) и анализ по методу ДЭКАРТО (картирование ортогональной ЭКГ). Метод и программа ДЭКАРТО разработаны в ИППИ РАН. Анализ ВКГ разработан с участием сотрудников отдела новых методов диагностики НИИ кардиологии РКНПК. Эти опции программы Easy ECG дают врачу-кардиологу дополнительные возможности диагностики.

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. 16.

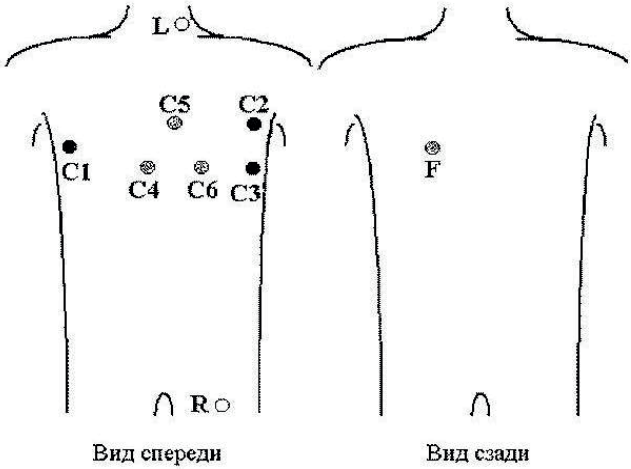


Рис. 16. Расположение электродов системы отведений Мак Фи – Парунгао.

Центр треугольника, образованного электродами C4, C5, C6, находится в пятом межреберье на 2 см влево от левого края грудины. Каждый из электродов C4, C5, C6 отстоит на 6 см от центра, образуя равносторонний треугольник. Электрод F расположен на спине напротив центра треугольника. Электроды C2 и C3 расположены на 5,5 см выше и ниже уровня центра треугольника (расстояние между ними 11 см) между передней и средней подмышечными линиями слева. Электрод C1 расположен между передней и средней подмышечными линиями справа, на уровне центра треугольника. Электрод L расположен на левой стороне шеи. Электрод R на левой ноге.

Программа также позволяет вычислять различные векторкардиографические 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 векторкардиографических заключений.

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

Из программы обработки векторкардиограммы 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. 17 и 18*** представлены электрокардиограмма, векторкардиограмма 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).

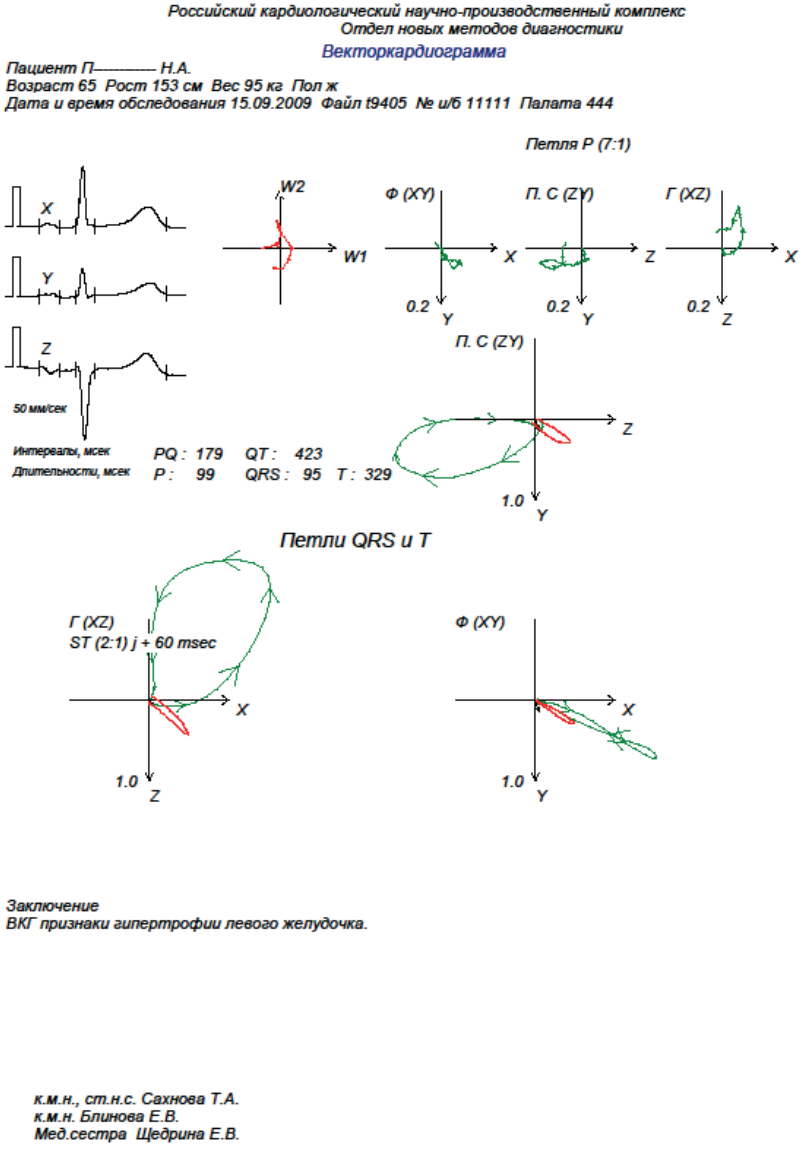


Рис. 17 Пример регистрации, автоматической обработки и заключения при съемке ВКГ на регистраторе Easy ECG.

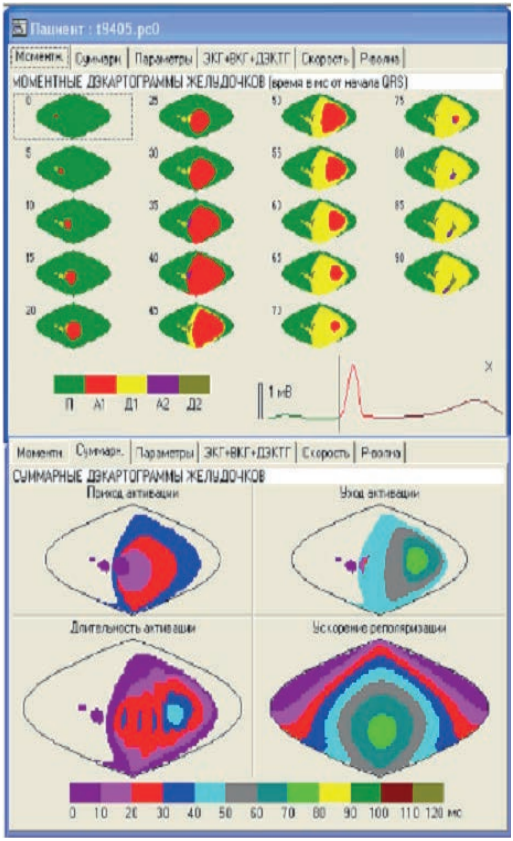


Рис. 18. Пример построения дэкартограммы в системе Easy ECG.

Еще в 90-е годы было показано, что при объединении диагностических алгоритмов интерпретации ЭКГ и векторкардиограммы (ВКГ) «комбинированная программа» работает лучше, чем каждая программа по отдельности. Было показано, что «реконструированная 12-канальная ВКГ» несет дополнительную информацию по сравнению с обычной ЭКГ

При использовании «синтезированной ВКГ» для выявления очагово-рубцового поражения миокарда нижней локализации чувствительность по сравнению с обычной ЭКГ возрастала с 58% до 72% при сопоставимой специфичности. Комбинированный критерий показал чувствительность 80% и для диагностики очагово-рубцового поражения миокарда передней локализации, что было значительно выше, чем у обычных критериев ЭКГ. Также была показана эффективность использования «синтезированной ВКГ» при дифференциальной диагностике умеренной гипертрофии правого желудочка и неполной блокады правой ножки пучка Гиса.

В настоящее время построение «синтезированной ВКГ» реализовано в системе

EASY ECG. Если запись ЭКГ была снята в стандартной системе двенадцати отведений, программа рассчитывает синтезированную ВКГ одним из двух указанных способов по выбору пользователя:

1) по методу Ван Беммеля, рекомендованному Европейским Сообществом об общих стандартах в электрокардиографии (CSE),
2) по методу Гиллема, оптимизированному для получения более точной формы Р-зубца.

Предусмотрена и обратная процедура: если запись ЭКГ была снята в системе отведений МакФи-Парунгао или Франка, программа EASY ECG рассчитывает синтезированную двенадцатиканальную ЭКГ, используя метод Дауэра.

На ***Рис. 19 а- г*** в представлены ЭКГ-12, синтезированные ортогональная ЭКГ, ВКГ и дэкартограмма больного С. 65 лет. Автоматизированное заключение по ЭКГ-12: «Возможно, очагово-рубцовое поражение миокарда нижней локализации неопределенной давности. Предположительно увеличение левого предсердия. Незначительное замедление внутрижелудочковой проводимости». Заключение по синтезированных ВКГ и ДЭКАРТО: «Увеличение обоих предсердий. Комбинированная гипертрофия желудочков». Увеличение предсердий и желудочков и отсутствие рубцового поражения нижней локализации было подтверждено при ЭхоКГ.

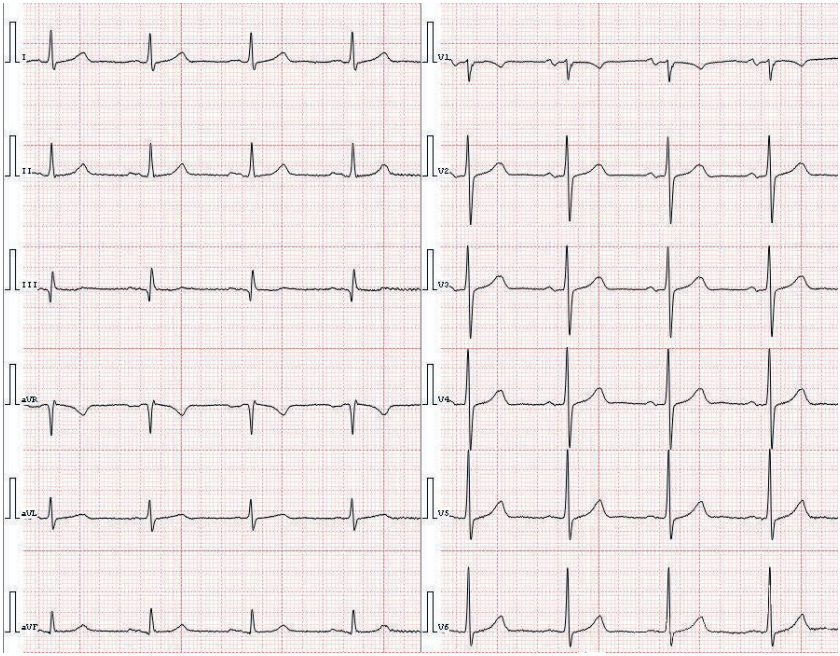


Рис. 19 а. Исходная ЭКГ-12.

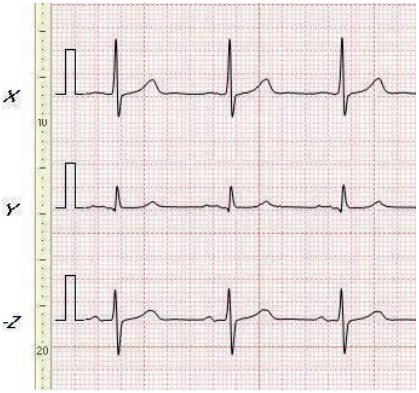


Рис. 19 б. Синтезированная ЭКГ в ортогональных отведениях.

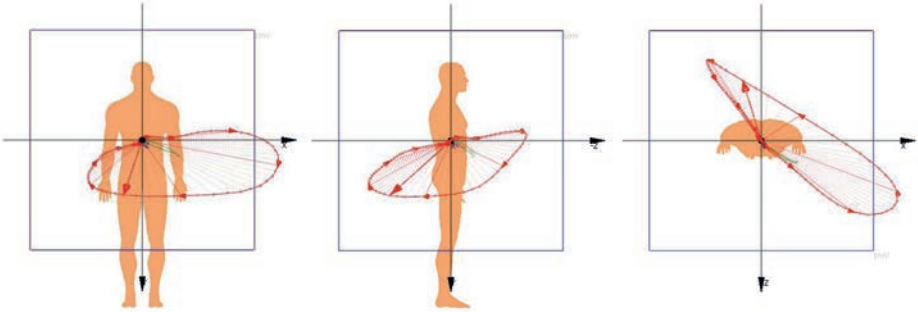


Рис. 19 в. Синтезированная ВКГ.

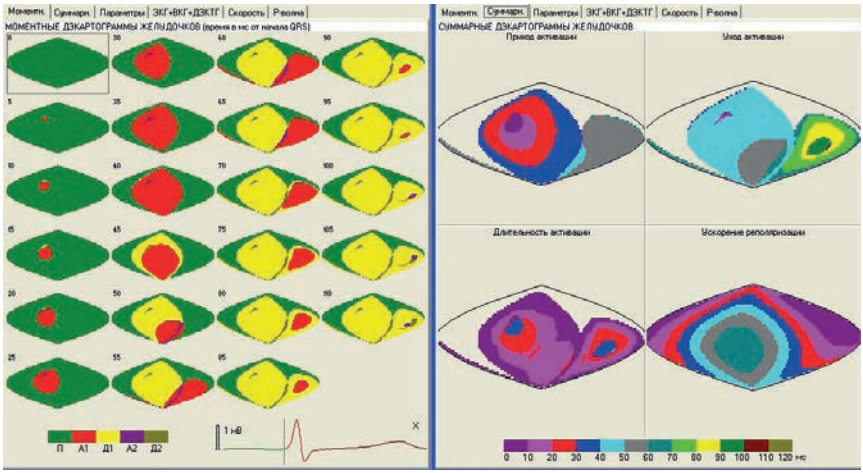


Рис. 19 г. Синтезированная ДЭКАРТОграмма

Глава 5. Результаты использования системы Easy ECG в условиях сельской местности

Система дистанционной регистрации и централизованного анализа ЭКГ в Волгоградской области

В Волгоградской области для дистанционной работы в сельской местности установлена система, связывающая 4 ЛПУ: Михайловскую сельскую участковую больницу, Россошинский фельдшерско-акушерский пункт Урюпинского района Волгоградской области, ЦРБ г. Урюпинска и поликлинику ЦРБ г. Урюпинска. ФАП и сельский стационар находятся от Урюпинска на расстоянии соответственно в 23 и 25 км. Поскольку планируемая компьютерная сеть, связывающая 2 ЛПУ в Урюпинске, пока не подключена, в каждое из этих ЛПУ была временно установлена своя ЦСАЭ, с возможностью обмена записями ЭКГ между обеими системами. Каждая ЦСАЭ принимает ЭКГ, дистанционно зарегистрированные в ФАПе и сельском стационаре (поликлиника – днем, больница – ночью), и, кроме того, обрабатывает ЭКГ, снятые в своем кабинете ФД. Таким образом, вся система из двух ЦСАЭ в настоящее время обрабатывает такие «потоки» ЭКГ:

- ЭКГ, зарегистрированные в Михайловской участковой больнице;
- ЭКГ, зарегистрированные в Россошинском ФАПе;
- ЭКГ пациентов, проходящих диспансеризацию в поликлинике Урюпинска;
- ЭКГ пациентов ЦРБ.

За период с 25 марта по 14 мая 2013 зарегистрировано и проанализировано 1027 ЭКГ. Любая ЭКГ, поступившая для анализа в Урюпинск, может быть отправлена для дополнительной консультации в Москву в СЦАЭ РКНПК. Заключение специалистов РКНПК автоматически передается назад в Урюпинск. За указанный период передано и дополнительно проанализировано 392 записи ЭКГ.

Об особенностях устройства и перспективах развития системы

Состав системы таков: центральный приемный блок, совмещенный со стационарным кардиорегистратором и рабочим местом врача – в ЦРБ г. Урюпинска, аналогичная система – в поликлинике ЦРБ. Таким образом, каждая система установлена на одном компьютере и представляет собой самостоятельный вариант ЦСАЭ в минимально возможной конфигурации. В ФАПе и в сельском стационаре установлены два МР на базе нетбука, с возможностью регистрации и передачи ЭКГ на выезде и с возможностью беспроводной печати ЭКГ и результатов ее анализа (т.е. присланного из Урюпинска заключения) в стационаре. Печать в стационаре производится беспроводным образом на лазерном принтере на простой бумаге А4, с качеством, не уступающим электрокардиографам экспертного класса. ЭКГ передается по мобильному интернету, с помощью интернет-модема (компании Мегафон). Выход в интернет для обеих СРЦАЭ пока (до подключения единой

для поликлиники и ЦРБ сети и стационарного интернета) также производится через интернет-модем.

Принципиальная схема конфигурации и взаимодействия обеих систем – в Москве и в Волгоградской области - обсуждалась в главе 2 (***Рис. 2***). На ***Рис. 20*** представлена более подробная диаграмма устройства системы в Волгоградской области.

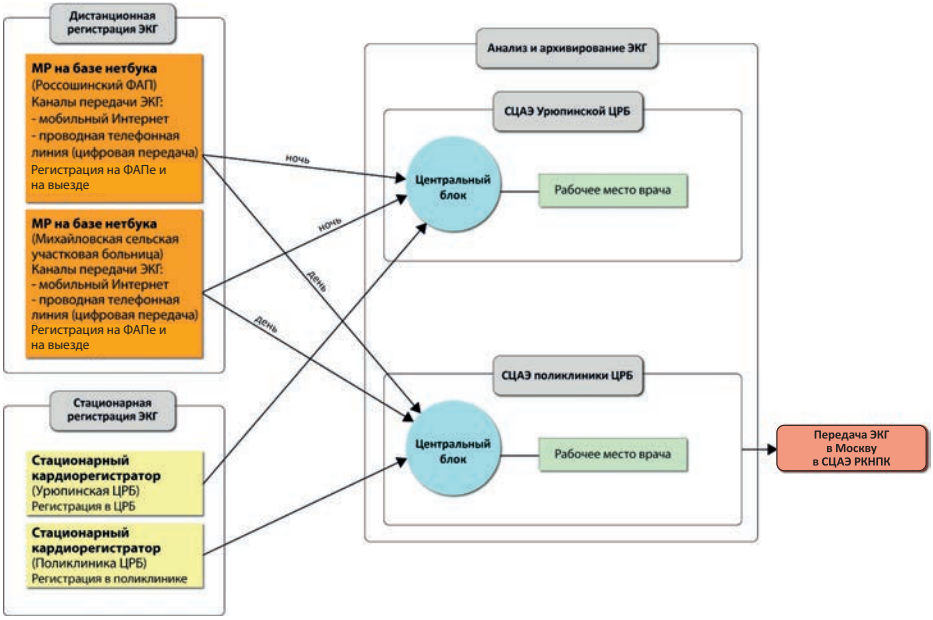


Рис.20 Схема системы Easy ECG, установленной в четырех ЛПУ Волгоградской обл.

Впоследствии, после подключения компьютерной сети и стационарного Интернета, система в Урюпинской ЦРБ будет переконфигурирована в РМ врача, подчиненное ЦСАЭ поликлиники ЦРБ, с единой базой данных «пациенты – записи ЭКГ». Также планируется подключение к каждой из двух систем дополнительного компьютера для создания РМ врача и разделения процесса регистрации ЭКГ и ее «шифровки». Такое разделение обеспечивает независимую работу врача-кардиолога и медсестры, снимающей ЭКГ, что значительно повышает удобство работы и «пропускную способность» системы.

Работа с системой в участковой больнице и фельдшерско-акушерском пункте

Как отмечалось выше, в МР, установленных в ФАПе и участковой больнице, для доступа к мобильному Интернету применяется интернет-модем - небольшое устройство, работающее через порт USB. Даже при отсутствии так называемого

«быстрого Интернета» (протокол 3G) отправка ЭКГ происходит быстро (как правило, 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 оснащается таким же устройством, всегда соединенным с телефонной линией. Модем МР подсоединяется к обычной розетке телефонной линии на месте регистрации ЭКГ с помощью стандартного шнура. Программа автоматически набирает номер телефона, соединенного с центральным блоком (номер заранее внесен в настройки программы), устанавливает соединение и передает ЭКГ по телефонному каналу с использованием цифрового протокола.

После регистрации ЭКГ запись автоматически сохраняется в памяти МР и автоматически пересылается (по интернету или телефонной линии) в ЦСАЭ для анализа. При получении ЭКГ ЦСАЭ автоматически отправляет сообщение об этом назад на МР. Врачебное заключение также автоматически пересылается назад на МР сразу после его написания.

Работа с системой в центре анализа ЭКГ

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 приходит в поликлинику ЦРБ Урюпинка (днем) или в ЦРБ Урюпинска (ночью). ЭКГ становится доступной не только в поликлинике и ЦРБ, но и в РКНПК, если врач, анализирующий ЭКГ, сочтет нужным отправить запись в Москву для консультации.

Протокол испытаний в сельской участковой больнице и на фельдшерско-акушерском пункте

Протокол включал: (1) обследование больных при диспансерном осмотре, (2) обследование больных при неотложных состояниях, (3) динамическое наблюдение за больными до и после лечения. При обследовании фиксировались: дата съема ЭКГ, фамилия, имя, отчество, возраст и адрес пациента, анамнез, причина съема ЭКГ и результат ее автоматизированного анализа.

Работа медсестры или фельдшера на фельдшерско-акушерском пункте

Работа начинается с занесения данных пациента в мобильный регистратор (данные вводятся с клавиатуры нетбука). Далее на пациента накладываются электроды. При нажатии кнопки мобильного регистратора производится автоматическая регистрация ЭКГ, сохранение записи и передача ее на центральную станцию через мобильный Интернет или по телефонной линии.

Регистрируемая ЭКГ визуализируется на дисплее прибора. При обнаружении повышенных шумов сигнала или не присоединенных электродов программа определяет это и отображает в интуитивно понятной форме на экране прибора. ЭКГ не записывается, пока фельдшер или медсестра не установят электроды правильно.

Сразу после окончания записи фельдшеру или медсестре оказывается доступным автоматическое заключение прибора. Это может оказаться полезным для случаев острых патологических состояний, наличия которых алгоритм интерпретации ЭКГ не пропускает практически никогда.

При работе на фельдшерско-акушерском пункте использовался электродный пояс Tapuz (Израиль). Использование этого пояса показывает принципиальную возможность правильного съема 12 отведений ЭКГ самим пациентом в домашних условиях. Примеры съема ЭКГ обычными электродами и с помощью пояса у больного гиперстенического телосложения приведены на ***Рис. 21*** и ***Рис. 22***.

Рис. 21 Съемка обычными электродами

Рис. 22 Съемка поясом

Краткий отчет о результатах апробации системы Easy ECG в сельской местности

Система использовалась в условиях Михайловской сельской участковой больницы Урюпинского района Волгоградской области, Россошинского фельдшерско-акушерского пункта Урюпинского района Волгоградской области, Центральной районной больницы г. Урюпинска и поликлиники ЦРБ.

Население Урюпинского района на 01.01.2013г. составляет 69 312 человек, из них взрослого населения 56 991 человек.

Медико-санитарную помощь жителям района оказывает ГБУЗ Урюпинская центральная районная больница (ЦРБ) им. В.Ф. Жогова, в составе которой имеются 10 подразделений, 4 участковых больницы, 4 амбулатории, 43 ФАПа.

С 25.03.2013г. в данной медицинской организации начата апробация дистанционной передачи ЭКГ модульной системы Easy ECG в условиях ФАПа хутора Россошинский, в Михайловской участковой больнице, а также организована регистрация ЭКГ в центральной районной поликлинике и стационаре ЦРБ.

Михайловская участковая больница расположена в 25 км от ЦРБ г. Урюпинска. Больница имеет зону обслуживания с численностью населения 5 408 человек, из них взрослое население составляет 4 714 человек.

В подчинении участковой больницы находятся 12 ФАПов, имеющих различную территориальную отдаленность от участковой больницы и оказывающих медико – санитарную помощь жителям двадцати хуторов.

ФАП хутора Россошинский отдален от ЦРБ г. Урюпинска на 23 км, в зоне обслуживания имеет 5 хуторов с общей численностью населения 646 человек, из них взрослое население – 516 человек.

За период с 25.03.2013г. по 14.05.2013г. в ГБУЗ Урюпинская ЦРБ обследовано 974 человека, выполнено – 1027 исследований, в т.ч. 53 поясом Тапуз. Данные представлены в таблице №2.

Таблица 2. Количество ЭКГ исследований ГБУЗ Урюпинская ЦРБ им. В.Ф. Жогова за период с 25.03.2013 по 14.05.2013

Исследования	**Подразделения ЦРПБ**			
	Стационар ЦРБ	**Центральная районная поликлиника**	**Михайловская участковая больница**	**ФАП х. Россошинский**
Съем ЭКГ обычными электродами	148	337	329	160
Съем ЭКГ поясом Тапуз	2	35	10	6
ИТОГО снятых ЭКГ	150	372	339	166
Всего	1027			

Исследования выполнялись пациентам при проведении всеобщей диспансеризации определенных групп взрослого населения амбулаторно (приказ МЗ и СР от 03.12.2012г. № 1006н «Об утверждении Порядка проведения диспансеризации определенных групп взрослого населения»), при неотложных состояниях, с целью динамического наблюдения в период лечения. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Количество обследованных пациентов в зависимости от причин обращения

Причина обращения	**Подразделения ЦРПБ**			
	Стационар ЦРБ	**Центральная районная поликлиника**	**Михайловская участковая больница**	**ФАП хутора Россошинский**
Диспансеризация	0	326	250	143
Неотложное состояние	133	3	36	16
Контроль лечения	15	8	43	1
ИТОГО по подразделениям	148	337	329	160
Всего	974			

В результате работы у 39 пациентов впервые установлены изменения на ЭКГ в виде нарушения ритма, ишемических и метаболических изменений миокарда.

Из 166 пациентов с неотложными состояниями- в 14 случаях проведено лечение в дневном стационаре Михайловской участковой больнице, 5 человек госпитализированы в кардиологическое и терапевтическое отделения Урюпинской ЦРБ, 147 человек получили амбулаторное лечение , консультации кардиолога и терапевта .

После лечения у всех пациентов отмечена положительная динамика лечения.

<u>Примеры ЭКГ, переданной с ФАП-а, участковой больницы, поликлиники и ЦРБ в РКНПК.</u>

Рис. 23 Съемка ЭКГ в участковой больнице станицы Михайловская.

Медицинская сестра производит регистрацию ЭКГ на МР на базе нетбука. Далее ЭКГ может быть проанализирована в автоматическом режиме непосредственно у постели больного и передана в кабинет функциональной диагностики в поликлинику ЦРБ г. Урюпинска.

Рис. 24 Съемка ЭКГ на фельдшерско-акушерском пункте х. Россошинский.

Фельдшер регистрирует ЭКГ на МР на базе нетбука. Далее ЭКГ может быть проанализирована в автоматическом режиме непосредственно у постели

больного и передана в кабинет функциональной диагностики в поликлинику ЦРБ г. Урюпинска.

Рис. 25 Съемка ЭКГ на дому в станице Михайловская.

Фельдшер производит регистрацию ЭКГ на МР на базе нетбука. Далее ЭКГ может быть проанализирована в автоматическом режиме непосредственно у постели больного и передана в кабинет функциональной диагностики в поликлинику ЦРБ Урюпинска.

Автоматический анализ ЭКГ у постели больного обеспечивается ПО Easy ECG, установленном на нетбуках. Автоматическое заключение позволяет практически наверняка не пропустить наличие острых патологических состояний. Визуализация ЭКГ, усредненных кардиоциклов с разметкой и базовых параметров ЭКГ дает возможность медработнику, при наличии у него минимального уровня кардиологической подготовки, провести первичный анализ ЭКГ.

Рис. 26 Пример ЭКГ больной Г., 25 лет, снятой на ФАП-е во время диспансеризации и переданной в РКНПК для консультации.

Сомнения вызывала пауза продолжительностью 1520 мс. Анализ продолжительности интервалов PP и PQ показал, что на фоне синусовой аритмии в двух комплексах, предшествующих паузе, отмечается постепенное укорочение PP: 960 мс 880 мс и далее пауза продолжительностью 1520 мс, после которой укорачивается интервал PQ с 210 мс до 170 мс. Описанный симптомокомплекс характерен для сино-атриальной блокады 2 ст., тип 1 Мобитца. Порекомендовано холтеровское мониторирование ЭКГ, по результатам которого в последующем может приниматься решение о необходимости постановки кардиостимулятора.

Рис. 27. Пример ЭКГ больной У., 65 лет.

ЭКГ зарегистрирована на ФАП-е во время диспансеризации и передана в ЦРБ, откуда в РКНПК для консультации вида нарушения ритма. На фоне брадиаритмической формы фибрилляции предсердий на ЭКГ в 11:40 утра выявлена пауза продолжительностью 1640 мс. Возможна высокая степень атриовентрикулярной блокады. Порекомендовано холтеровское мониторирование ЭКГ для анализа частоты ритма в течение всех суток, особенно ночью, определения среднесуточной частоты ритма и наличия пауз. На основании полученных данных может быть уточнен диагноз и в соответствии с этим приниматься решение о возможности постановки кардиостимулятора.

Рис. 28. Пример ЭКГ больной Л. 77 лет.

ЭКГ зарегистрирована и передана в ЦРБ, откуда в РКНПК для консультации сложных изменений ЭКГ. Автоматическое заключение, подтвержденное врачом-функционалистом: Синусовый ритм, блокада правой ножки, возможна гипертрофия правого желудочка.

Заключение консультанта РКНПК: с заключением врача ЦРБ о наличии БПН согласны. Однако необходимо обратить внимание на горизонтальную депрессию ST v4-v6, не характерную ни для БПН, ни для ГПЖ. Скорее всего следует думать о недостаточности коронарного кровообращения с признаками ишемии миокарда. Больную необходимо обследовать в клинических условиях.

Рис. 29. Пример ЭКГ больной Л. 60 лет.

ЭКГ зарегистрирована и передана в ЦРБ, откуда в РКНПК для консультации сложных изменений ЭКГ. Автоматическое заключение, подтвержденное врачом-функционалистом: Очагово-рубцовое поражение нижней локализации.

Заключение консультанта РКНПК: с заключением врача ЦРБ о наличии очагового поражения нижней стенки согласны. Однако необходимо обратить внимание на признаки монофазной ЭКГ в 3 отв. и горизонтальную депрессию ST v4-v6, характерную для острого очагового процесса с признаками ишемии миокарда. Больную необходимо обследовать в клинических условиях.

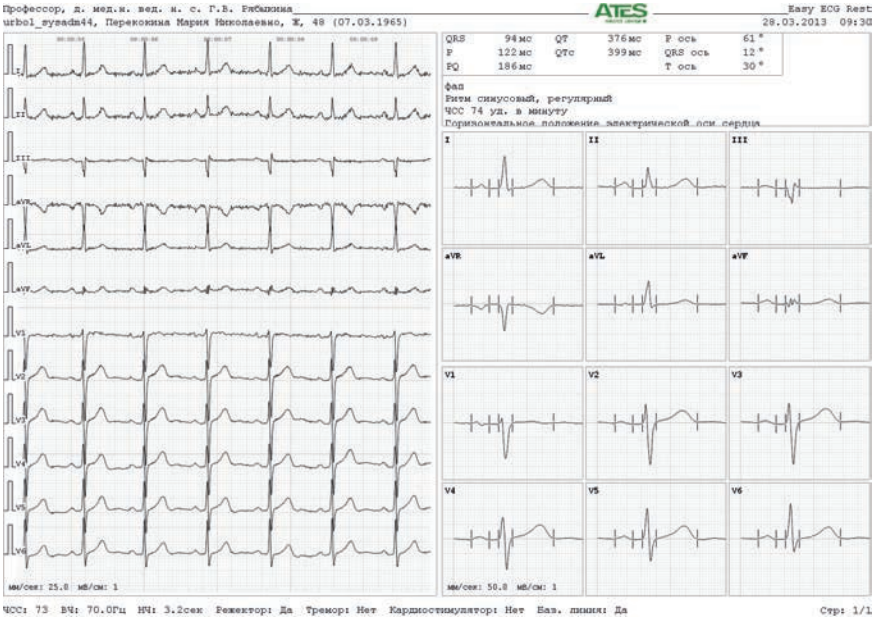


Рис. 30 (а) Пример ЭКГ больной П. 48 лет.

ЭКГ зарегистрирована и передана в ЦРБ, откуда в РКНПК для консультации сложных изменений ЭКГ. Автоматическое заключение, подтвержденное врачом-функционалистом: Очагово-рубцовое поражение нижней локализации. (Приведена распечатка ЭКГ, форма “Все на одном листе).

В РКНПК было сделано дополнительное исследование, включающее пересчет ЭКГ-12 в векторкардиограмму (***рис. 30б***), которое дополнительной опцией включено в ПО EasyECG. Подобный пересчет увеличивает диагностические возможности ЭКГ- 12. Предположение о поражения нижней стенки левого желудочка не было подтверждено, так как на ортогональной ЭКГ в отведении Y не регистрируется патологический зубец Q; на векторкардиограмме во фронтальной плоскости начальные векторы петли QRS располагаются внизу и слева, что позволяет исключить рубцовое поражение миокарда нижней локализации.

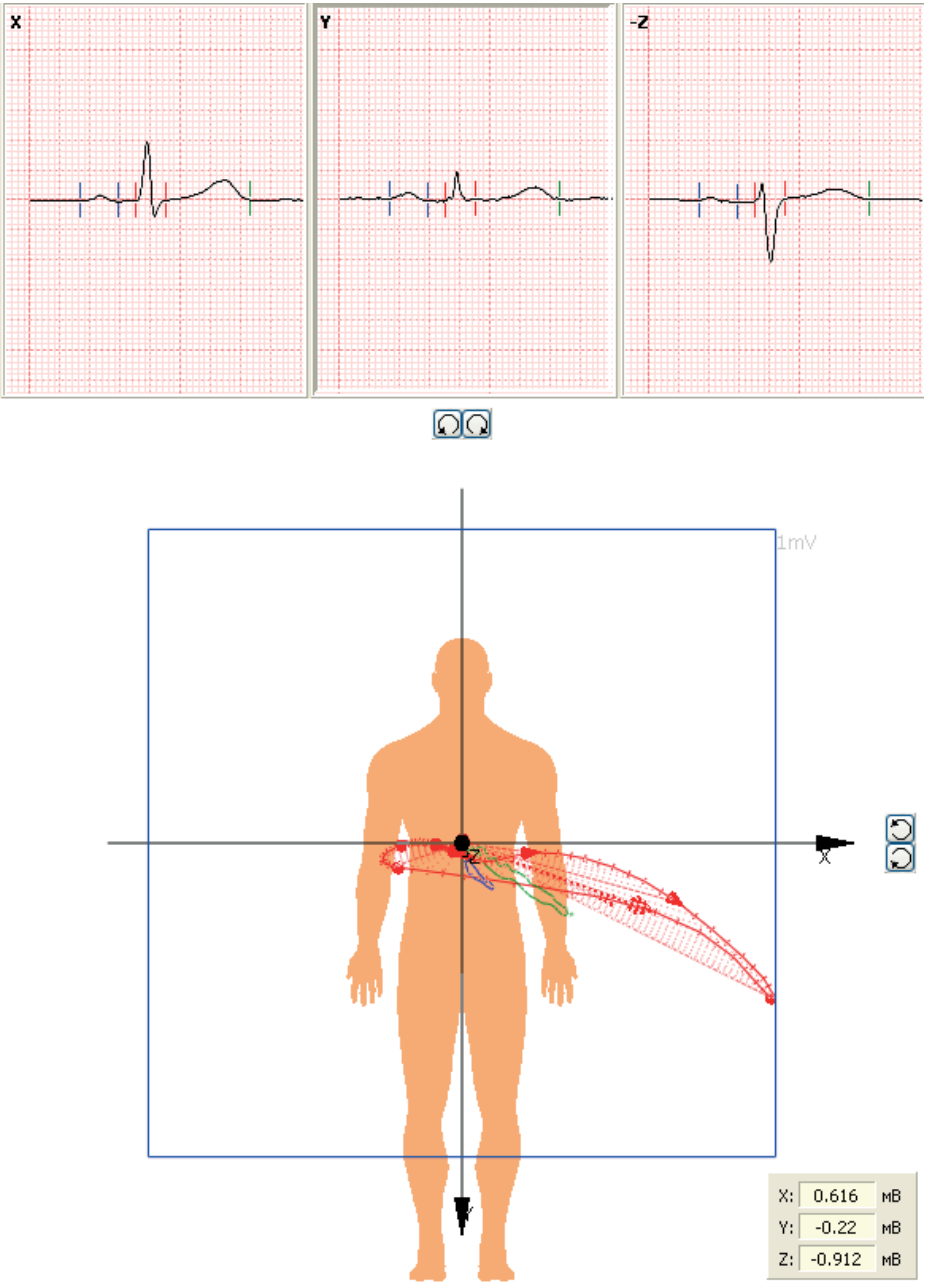


Рис.30 (б) Синтезированные ортогональные ЭКГ (усредненные кардиоциклы) и ВКГ

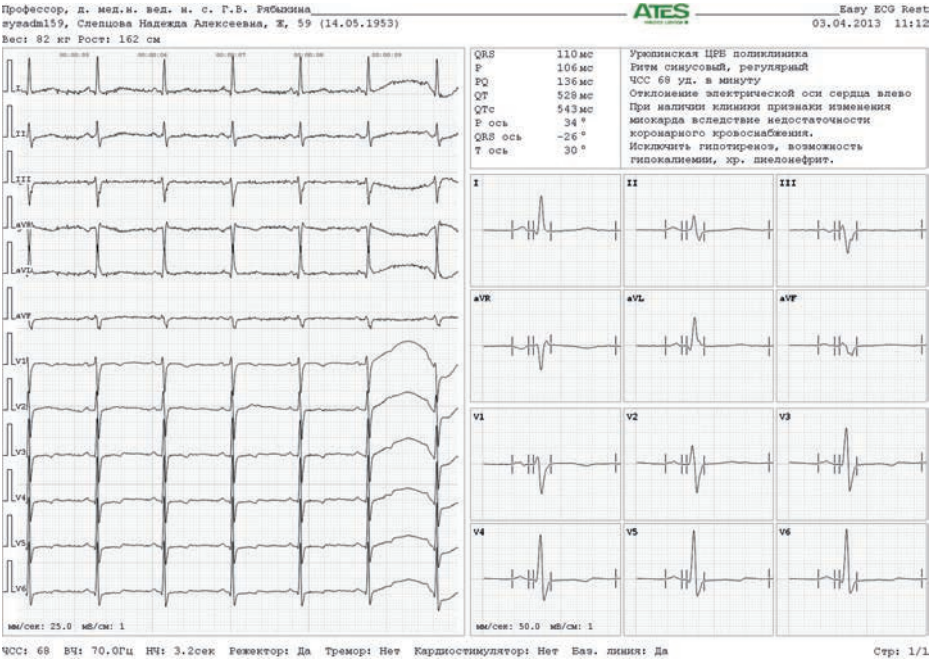


Рис. 31 (а) Пример ЭКГ больной С., 59 лет.

ЭКГ зарегистрирована и передана в ЦРБ, откуда в РКНПК для консультации изменений ЭКГ с целью дифференциации ишемических и метаболических изменений миокарда.

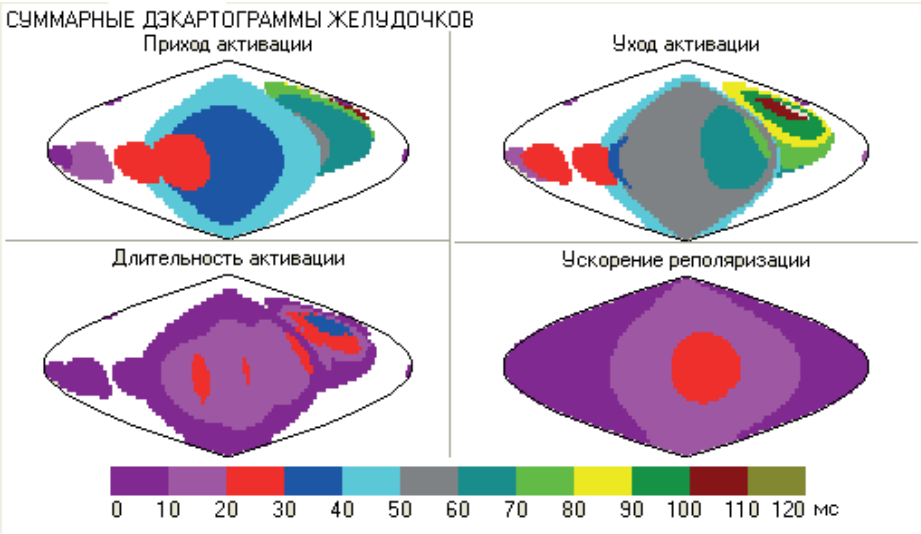


Рис. 30 (б) Синтезированная электрокардиограмма больной С., 59 лет

Заключение консультанта РКНПК: изменения миокарда метаболического характера. Исключить гипотиреоз. Направить на консультацию к эндокринологу. В РКНПК было сделано дополнительное исследование – синтезированная дипольная электрокардиотопоргамма (ДЭКАРТО) (***рис. 31б***), которая подтвердила диагноз метаболических изменений. На карте ускорения реполяризации видно, что вектор ускорения реполяризации значительно уменьшен по амплитуде (меньше 30 мс при норме больше 60 мс), что свидетельствует о метаболических сдвигах.

Глава 6. Эффективность использования систем дистанционного анализа ЭКГ

Анализируя полученные результаты апробации системы Easy ECG в условиях сельской участковой больницы, фельдшерско-акушерского пункта, Центральной районной больницы, поликлиники ЦРБ и крупного консультативного центра, можно выделить несколько аспектов экономической эффективности внедрения систем дистанционного анализа ЭКГ.

Во-первых, даже в условиях сельской местности, отдаленной от центральных и районных лечебных учреждений больной может немедленно получить квалифицированную диагностическую и консультативную помощь.

В обычной ситуации для того, чтоб снять и расшифровать ЭКГ, больному придется добираться либо до ЦРБ, где ЭКГ будет зарегистрирована и проанализирована, либо до участковой больницы, где ЭКГ будет снята, но не расшифрована из-за отсутствия соответствующих специалистов; эту ЭКГ снова придется доставлять в ЦРБ для расшифровки. Всё это требует затрат сил, средств и времени больного и, что самое главное, до попадания ЭКГ в ЦРБ не понятно, какая именно медицинская помощь должна быть оказана пациенту. Кроме того, необходимы материальные затраты на топливо, амортизацию санитарного транспорта, которым доставляются ЭКГ в ЦРБ врачу функциональной диагностики.

При внедрении системы дистанционного анализа ЭКГ все перечисленные проблемы автоматически снимаются. ЭКГ может быть зарегистрирована уже на ФАП-е. Кроме того, если на ФАПе установлен МР с экраном 10 дюймов и возможностью автоматической диагностики (т.е. МР на базе нетбука или «планшетника» с ОС Windows 7), то ЭКГ не только будет снята, но и проанализирована в автоматическом режиме. Это позволит практически наверняка выявить наличие у пациента острой патологии. Фельдшер передает ЭКГ в ЦРБ, откуда получает специализированную и методическую помощь. При необходимости в особо сложных случаях ЭКГ из ЦРБ может быть переслана в крупный консультативный центр, например, как в нашем случае, в РКНПК.

Во-вторых, в условиях ФАП-а и участковой больницы появляется возможность получить высоко квалифицированную диагностическую помощь при отсутствии в этих учреждениях врачей функциональной диагностики.

Нет необходимости в содержании штатной единицы врача функциональной диагностики в участковой больнице и ФАПе. Кроме того, нет затрат на обучение врача функциональной диагностики (первичное обучение в течение 6 месяцев стоит 50-70 тыс. рублей, подтверждение сертификата один раз в 5 лет стоит 20-30 тыс. рублей).

В-третьих, повышается производительность труда врачей-функционалистов ЦРБ, за счёт чего возможно увеличить объём обследований

ЭКГ в ЦРБ для непосредственно обратившихся жителей города и района.

Интенсификация труда врача-функционалиста происходит (1) за счет высокой эффективности используемой автоматической синдромальной диагностики и (2) прямой передачи сложных ЭКГ в кардиоцентр и получение немедленной высококвалифицированной консультации.

В-четвертых, виден прямой экономический эффект от массового внедрения аппаратов съема и передачи ЭКГ.

При внедрении переносных аппаратов съема и передачи ЭКГ на всех имеющихся ФАП-ах и участковых больницах конкретного района возможна передача ЭКГ из многих точек, что снижает расходы на проведение диспансеризации населения, диагностику неотложных состояний и контроль за лечением.

Глава 7. 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.

Глава 8. Обзор систем дистанционной регистрации ЭКГ, представленных на российском рынке

Тредекс

Стационарные и портативные, телеметрические и кабельные системы «TELECARD TM» выполнены с использованием технологии ENR, разработанной в лаборатории ООО «Компания TREDEX» (External Noise Rejection – технология проектирования электрокардиографа как единой системы, направленная на обеспечение предельной помехозащищенности от внешних импульсных и систематических помех).

Например, в цифровом 12-канальном телеметрическом электрокардиографе «TELECARD TM» регистрация ЭКГ производится посредством цифровой беспроводной передачи электрофизиологического сигнала, что обеспечивает реализацию цифровой передачи электрокардиографического сигнала по радиоканалу практически без искажений и помех, в том числе и фона 50 Гц, который полностью отсутствует в электрокардиограмме при любых условиях записи.

Возможности прибора включают в себя следующие функции: автоматическое определение ЧСС; отображение ритмограммы интервалов RR записываемой ЭКГ; визуализация положения сегмента ST в реальном времени; возможность пересылки файла ЭКГ пациента по электронной почте или передача его по локальной сети непосредственно из программы «TELECARD TM»; автоматическое формирование отчета. Используется ОС Windows.

Другой прибор – транстелефонный цифровой 12-канальный ЭКГ комплекс «Телекард» (ЭКГ по телефону) – предназначен для съема и передачи ЭКГ по любым каналам связи, в частности, по стандартным телефонным линиям, мобильным каналам связи, каналам радиосвязи любого диапазона и телефонным каналам стандарта DECT. Обеспечивает передачу 12-канальной электрокардиограммы цифрового качества длительностью 15 сек. с периферийного устройства на удаленный приемный дистанционно-диагностический центр с последующей консультацией специалиста в режиме одного телефонного звонка. Комплекс использует цифровую передачу сигнала по акустическому каналу.

Кардиологический дистанционный пульт (КДП), который позволяет принимать электрокардиограммы из квартиры больного, из любой точки города. Если аппаратура показывает инфаркт, то кардиологическая бригада мгновенно направляется на место вызова.

Его центральная станция представляет собой персональный компьютер врача-оператора, оснащенный приемным блоком и подключенный к телефонной линии, она рассчитана на работу до 100 периферийных устройств. Прием ЭКГ ведется с помощью специального программного обеспечения.

Периферийная часть системы состоит из сети миниатюрных транстелефонных цифровых 12-канальных электрокардиографов, подключаемых к стационарным радиотелефонам, мобильным телефонам стандартов GSM-900 и GSM-1800 либо радиостанциям.

Автоматическая расшифровка ЭКГ в системах фирмы «TELECARD TM» отсутствует.

Телеальтон

Аппаратно-программный комплекс для регистрации и передачи ЭКГ по телефону Телеальтон может состоять из любого числа передатчиков ЭКГ и приемной станции. В его составе могут использоваться как индивидуальные регистраторы-передатчики ЭКГ, ориентированные на самостоятельное использование пациентами, так и электрокардиографы с возможностью передачи ЭКГ по телефону.

Легкий и высокоточный электрокардиограф с возможностью передачи ЭКГ по телефону обладает собственной памятью для хранения ЭКГ, способен бесконтактно подключаться к телефону с учетом особенностей отечественных телефонных линий.

Передатчик ЭКГ для электрокардиографа позволяет за одну минуту передать по телефону 12 общепринятых отведений ЭКГ. Для передачи ЭКГ достаточно обычным способом записать ЭКГ на кардиографе, набрать телефонный номер приемной станции и послать ЭКГ, нажав кнопку передатчика.

В начале каждой передачи транслируется уникальный номер регистратора-передатчика, а также информация о дате и времени регистрации фрагмента ЭКГ. Это позволяет организовать автоматический режим работы приемной станции, в котором она способна отреагировать на сигнал вызова по телефону, воспроизвести абоненту заранее записанное приветствие, принять и сохранить ЭКГ в базе данных.

Записанные приемной станцией ЭКГ хранятся в электронной картотеке пациентов. При необходимости их можно многократно копировать и передавать в цифровом виде по компьютерным сетям, а также с помощью модемных или беспроводных средств обмена информацией на любое расстояние.

Опыт использования комплекса Телеальтон на скорой помощи г. Москвы отражен в статье «Современное здравоохранение: новые технологии для скорой помощи» (журнал “Национальные проекты” №6, июнь 2007). В частности, отмечено, что использование фельдшерскими бригадами электрокардиопередатчиков фирмы «Альтон» для идентификации сердечного ритма позволило им в ряде случаев проводить самостоятельное лечение неосложненных форм аритмий под контролем врача-консультанта и динамики ЭКГ или принять решение о госпитализации, не вызывая “на себя” для

осуществления транспортировки врачебную или специализированную бригаду. Так, за два месяца работы ККП фельдшерами было проведено успешное лечение у 366 пациентов с наджелудочковой пароксизмальной тахикардией и пароксизмами мерцания-трепетания предсердий. 368 больных с аритмией были госпитализированы по показаниям без терапии на догоспитальном этапе. В результате более чем в 700 случаях в течение двух месяцев было исключено нецелевое использование врачебных бригад, сокращено время выполнения вызова фельдшерскими бригадами. В целом количество вызовов “на себя” с поводом “нарушение сердечного ритма” снизилось на 1,3 на 1000 выездов фельдшерских бригад.

Автоматическая расшифровка ЭКГ в системах фирмы «Телеальтон» отсутствует.

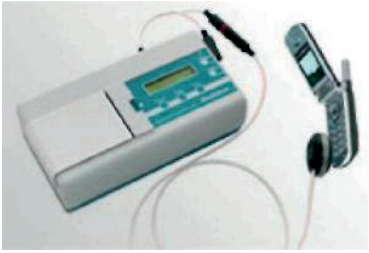
Медиком

Комплекс «ИКАР» ИН-22М FLASH предназначен для длительного электрокардиографического контроля деятельности сердечно-сосудистой системы человека в реальных жизненных условиях и при различных видах физической активности (холтер-мониторинг). Комплекс включает в себя: кардиорегистратор ИН-22М FLASH, адаптер связи и программное обеспечение.

Кардиорегистратор проводит непрерывный суточный анализ ЭКС в реальном времени с регистрацией в электронной памяти основных медицинских показателей сердечной активности, включая динамику ЧСС, смещение сегмента ST и 13 различных видов нарушений ритма и проводимости; регистрируется также последовательность RR-интервалов для анализа суточной вариабельности ритма на ПЭВМ. Одновременно с автоматической обработкой осуществляется полная суточная запись ЭКГ в трёх отведениях на съёмную флеш-карту.

Ввод информации в компьютер беспроводной (Bluetooth). Результаты обработки отображаются на дисплее компьютера и выдаются на печать в виде таблиц аритмий и смещения сегмента ST, графиков ЧСС и ST, фрагментов ЭКГ и диагностического заключения. Имеется возможность передачи по e-mail диагностического заключения.

Валента



В состав СТКД Валента входят электрокардиографы Валента ЭКГт-03 и оборудование врача-консультанта. Электрокардиографы Валента – привычные для медперсонала приборы с термопечатью, и лишь при необходимости используются для удаленных консультаций. Поддерживает передачу ЭКГ по каналам мобильной связи для срочной консультации врача на выезде с опытными кардиологами в стационаре.

В настоящее время аппаратура фирмы «Валента» широко внедряется в различных регионах России. При использовании аппаратуры в Свердловской области, как отмечено на сайте www.regnum.ru, в малых и удаленных населенных пунктах региона установлены 493 мобильных кардиографа ТМ “Валента”, обеспечивающих дистанционную передачу кардиограмм для расшифровки ведущими специалистами региона. Дистанционная передача кардиограмм осуществляется благодаря применению современных технологий передачи данных между устройствами M2M.

Автоматическая расшифровка ЭКГ в системах фирмы «Валента» отсутствует.

Саров (Миокард-12)

Домашний кардиоанализатор

Регистрация ЭКГ в домашних условиях,

Предварительное заключение и рекомендации дает компьютер,

При необходимости передача ЭКГ по интернет в кардиоцентр и получение заключения и рекомендации врача,

Возможна телефонная связь между пользователем и консультантом по инициативе любой стороны,

Одним прибором могут пользоваться до 20 человек,

Можно взять прибор с ноутбуком в командировку или отпуск,

Можно зарегистрировать и проанализировать длительную ЭКГ до 24 часов (Домашний Холтер).

Электрокардиограф крайне полезен больным, перенёсшим инфаркт миокарда или имеющим боли в сердце или серьёзные аритмии.

Aerotel HeartlineT

Система HeartlineT - это кардиокомплекс, состоящий из Центра приема и взаимосвязанных приборов с ним и предназначен для различных целей: диагностика, неотложная медицинская помощь, контроль и измерение параметров. Ассортимент изделий включает полный спектр персональных устройств, имеющих от 1 до 12 каналов для передачи данных по телефону, которые затем используются для дистанционной диагностики или оказания медицинской помощи. Зарегистрированные сигналы ЭКГ передаются по телефону через акустический соединитель на приемную станцию Heartline (HRS), где специальное программное обеспечение принимает их и выводит результаты на дисплей.

Карта Урюпинского района Волгоградской области

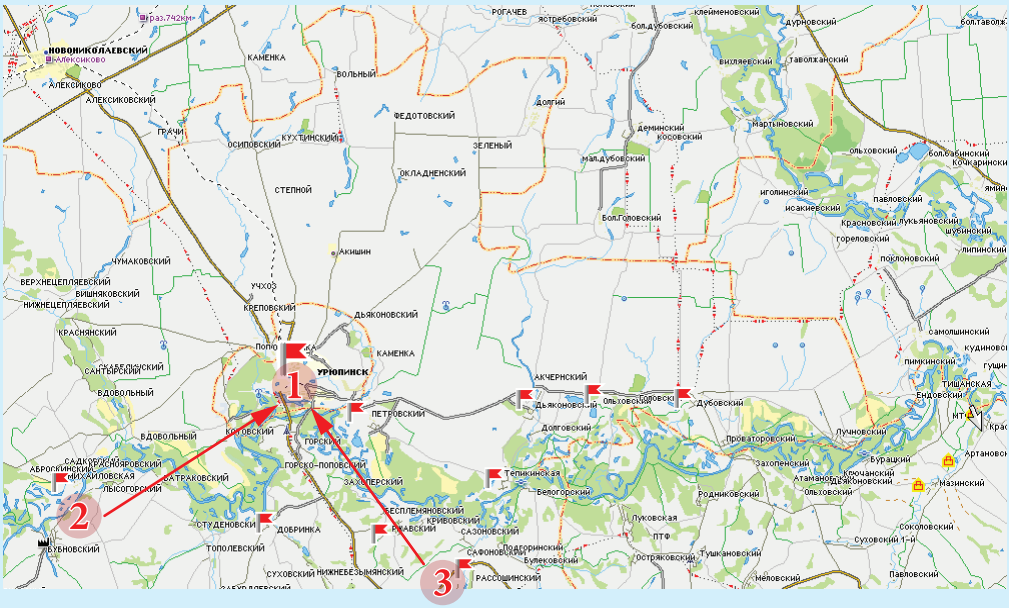
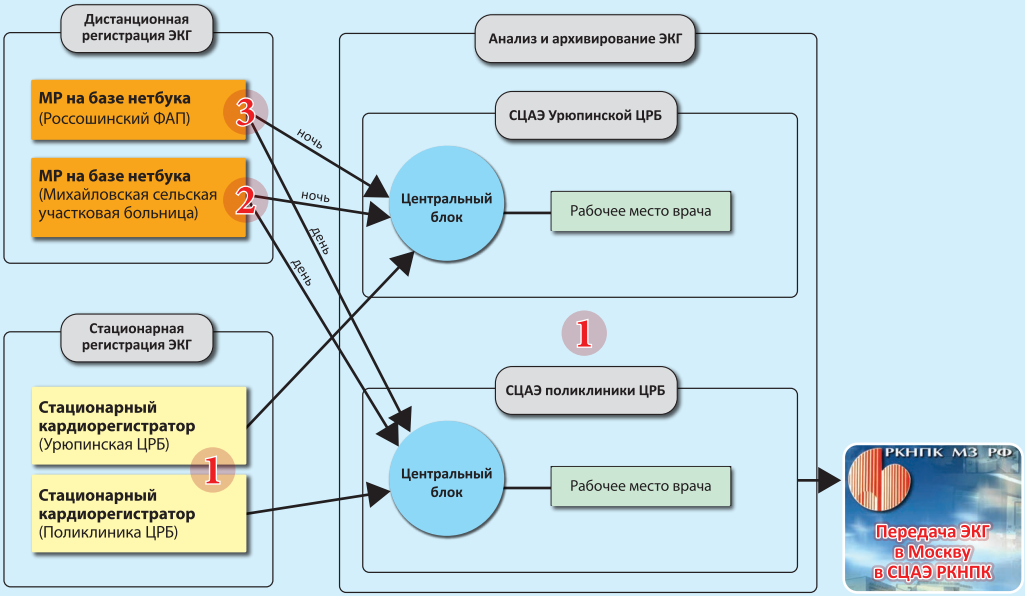



Схема системы Easy ECG, установленной в четырех ЛПУ Урюпинского района