

DOI: 10.15825/1995-1191-2016-2-65-73

ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ПАЦИЕНТОВ С СИСТЕМОЙ ДЛИТЕЛЬНОЙ МЕХАНОТРОННОЙ ПОДДЕРЖКИ КРОВООБРАЩЕНИЯ

А.В. Адашкин¹, К.Н. Дозоров¹, И.А. Филатов¹, Г.П. Иткин²

¹ Общество с ограниченной ответственностью «БИОСОФТ-М», Москва, Российская Федерация

² ФБГБУ «Федеральный научный центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

Рассматриваются вопросы технологии дистанционного on-line мониторинга состояния пациентов и параметров отечественного аппарата вспомогательного кровообращения АВК-Н. Показаны преимущества рассматриваемой технологии для повышения эффективности принципов персонализированной медицины в диагностике и лечении пациентов с АВК-Н в послеоперационном периоде. Продемонстрированы возможности технологии для автоматического определения местоположения пациента по данным спутниковой навигации в задаче экстренного вызова медицинских и технических служб. Представлена структура отображаемой информации и режимы ее визуализации на устройствах мобильной связи и Web-сервере. Показана организация взаимодействия лечащего врача с пациентом на базе технологии дистанционного мониторинга по каналам мобильного/спутникового/проводного Internet.

Ключевые слова: аппарат вспомогательного кровообращения АВК-Н, дистанционный мониторинг, персонализированное лечение, мобильный Internet, сервер удаленных исследований, мобильный телефон, микрокомпьютер, GSM-модуль, беспроводной канал, резервирование.

REMOTE MONITORING OF PATIENTS WITH LONG-TERM MECHATRONIC CIRCULATORY SUPPORT SYSTEM

A.V. Adaskin¹, K.N. Dozorov¹, I.A. Filatov¹, G.P. Itkin²

¹ BIOSOFT-M Ltd., Moscow, Russian Federation

² V.I. Shumakov Federal Research Center of Transplantology and Artificial Organs of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

The article describes the technology of remote patient monitoring and the parameters of circulatory assist device AVK-N as well as the advantages of said technology to improve the efficiency of personalized medicine in diagnosis and treatment of patients with AVK-N in the postoperative period. Authors show the capabilities of remote monitoring technology to determine the location of the patient by satellite navigation in the case of emergency call for medical and technical services, and present the structure and modes of the displayed information for mobile devices and Web-server. Doctor-patient interaction based on remote monitoring technology via mobile/satellite/wired Internet is also shown.

Key words: circulatory assist device AVK-N, remote monitoring, personalized medicine, mobile Internet, remote research server, cell phone, microcomputer, GSM unit, wireless channel, redundancy.

ВВЕДЕНИЕ

Аппараты вспомогательного кровообращения (АВК), построенные на базе имплантируемых насосов неппульсирующего потока (ННП), в последнее десятилетие широко применяются в мировой клинической практике для лечения больных с терми-

нальной формой сердечной недостаточности [1]. В отличие от пульсирующих насосов ННП более надежны, компактны, отличаются небольшим весом и удобством в эксплуатации [2]. В США с 2009 года ежегодно применяются более 2000 таких систем, и наблюдается тенденция к их дальней-

Для корреспонденции: Филатов Игорь Алексеевич. Адрес: 124498, г. Москва, г. Зеленоград, п/я 26. Тел. (495) 729-43-14. E-mail: public@biosoft-m.ru.

For correspondence: Filatov Igor Alekseevich. Address: 124489, Moscow, Zelenograd, P.O. box 26. Tel. (495) 729-43-14. E-mail: public@biosoft-m.ru.

шему клиническому применению [3]. С 2012 г. в России разработан и успешно внедряется в клиническую практику АВК-Н, построенный на базе имплантируемого осевого насоса [4, 5]. Применение данных АВК позволяет значительно улучшить качество жизни пациентов с хронической сердечной недостаточностью и вести вне клиники активный образ жизни.

В одних случаях АВК служат в качестве «моста» к выполнению второго этапа – трансплантации сердца (при этом в условиях нормализации системного кровотока функция жизненно важных органов значительно улучшается). В других случаях, когда данная технология используется у больных, которые по ряду причин не могут войти в лист ожидания (сопутствующие заболевания, пожилой возраст и др.), АВК применяются на постоянной основе («destination therapy») [6]. В отдельных случаях применение АВК приводит к полному восстановлению миокарда, и при этом насос может быть эксплантирован из пациента [7]. При этом у детей младшего возраста процесс восстановления миокарда на фоне разгрузки сердца происходит более интенсивно [8].

Несмотря на широкое применение в клинической практике АВК на базе ННП, практически все существующие коммерческие аппараты не имеют дистанционного мониторинга (ДМ), который в ряде случаев необходим для распознавания и оценки нарушения основных физиологических функций организма, технических неисправностей и т. д. В настоящее время ДМ используется в основном при выписке пациентов из клиники с имплантируемыми электронными приборами (пейсмекерами, кардиовертерами) [9, 10].

Вследствие удаленности пациента от специализированного медицинского центра отсутствие ДМ приводит к снижению оперативности оказания медицинской и технической помощи (МТП) пациенту. Поэтому задача создания такой системы является достаточно актуальной.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассмотрим основные типичные ситуации, которые могут возникнуть после выписки пациента, связанные с обслуживанием отечественной системы АВК-Н.

1. МТП не требуется, или она реализуется в минимальном объеме. В этом случае пациент или его родственники на основании проведенного в клинике инструктажа с использованием памятки пациента могут самостоятельно решать все задачи обслуживания АВК (смена аккумуляторов, подключение сетевого адаптера, контроль технических характеристик и т. д.). Пациент в первые месяцы после постановки АВК-Н регулярно

приезжает в медицинский центр для прохождения амбулаторных исследований.

2. МТП выполняется в штатном режиме в виде консультаций по телефону. Допускается возникновение ситуаций, требующих выезда специалиста службы сопровождения к пациенту. Такие ситуации могут быть следствием неправильной эксплуатации аппарата, его повреждения или частичного отказа имплантируемых или экстракорпоральных компонент.

3. МТП выполняется в режиме «скорой помощи» вследствие резкого ухудшения состояния пациента, вызванного функциональными нарушениями, одной из причин которых может быть частичный или полный отказ одной из экстракорпоральных или имплантируемых компонент АВК-Н. В этом случае к пациенту выезжает специалист службы МТП для замены или перенастройки неисправного/поврежденного блока и настройки АВК-Н. В отдельных случаях требуется доставить пациента в клинику для оперативного вмешательства по замене насоса или отдельных его компонентов.

Во всех рассмотренных случаях качество и оперативность медико-технического обслуживания пациентов с имплантированным протезом сердца могут быть значительно улучшены за счет реализации средств дистанционного on-line мониторинга параметров состояния пациента и технических характеристик АВК-Н. В этих условиях специалисты МТП автоматически по каналам беспроводного Интернета получают на свои мобильные средства связи СМС-сообщения о нарушениях в режимах эксплуатации АВК-Н. Одновременно медицинскому персоналу предоставляется доступ к результатам круглосуточного мониторинга параметров АВК-Н, а также возможность проведения расширенных исследований состояния пациента и параметров АВК-Н в дистанционном режиме. Вся информация предоставляется в режиме реального времени с синхронизацией каналов регистрации на Web-сервере удаленных исследований.

Располагая актуальной информацией о состоянии пациента и характеристиках носимого оборудования, специалисты службы МТП эффективнее планируют стратегию и тактику сопровождения больного в различных условиях: от консультаций по телефону до экстренной госпитализации.

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПАЦИЕНТОВ С АВК-Н

Основными компонентами АВК-Н являются имплантируемый насос крови, модуль электронного управления (МЭУ), источники автономного элект-

ропитания (ИАЭП) и специализированный компьютер (СК) для настройки и мониторинга параметров АВК-Н после имплантации насоса и в послеоперационный период.

Основная задача МЭУ сводится к стабилизации заданной скорости вращения ротора насоса, определяющего минутный объем прокачиваемой крови из левого желудочка сердца в аорту. В условиях стационара все основные параметры АВК-Н (скорость рабочего колеса, ток, потребляемая мощность насоса и параметры ИАЭП) находятся под постоянным контролем медико-технического персонала. При выходе значения данных параметров за установленные пределы МЭУ выдает световую и звуковую сигнализацию, которая позволяет оперативно диагностировать и устранить причину неисправности. В случае необходимости на базе СК выполняется расширенная диагностика всех подсистем АВК-Н и замена соответствующих модулей. Однако ситуация с обслуживанием АВК-Н принципиально меняется, если пациент выписывается из стационара и необходимо осуществлять ДМ параметров аппарата и состояние пациента. К перечню внештатных ситуаций эксплуатации АВК-Н добавляется фактор снижения оперативности медицинского и технического сопровождения (МТС) пациентов с АВК-Н вследствие их удаленности от соответствующих служб. Невозможность транспортировки пациента может стать дополнительным фактором снижения эффективности работы МТС.

Рассмотрим условия и технологию реализации ДМ на базе аппаратно-программных средств АВК-Н. На рис. 1 представлена схема основных информационных потоков и каналов регистрации данных. В ней предусмотрено два информационных канала для реализации оперативных и расширенных исследований состояния пациента и технических параметров АВК-Н.

Первый канал осуществляет непрерывную круглосуточную передачу оперативного объема данных о параметрах АВК-Н через встроенный в МЭУ GSM-модуль. Оперативная информация включает следующие параметры: объемный расход крови, индекс пульсации, скорость оборотов ротора двигателя насоса, напряжение и ток электродвигателя насоса, уровень заряда ИАЭ и сообщения системы аварийной сигнализации. Данные поступают на Web-сервер, где проводится их анализ на предмет выявления нарушений в работе АВК-Н. Результаты обработки, включая нативную информацию, транслируются в виде SMC-сообщений на мобильные телефоны специалистов службы МТС и записываются в базу данных. Результаты обработки представлены в виде трендов и диагностических сообщений для нештатных режимов работы. Все потоки информации первого канала всегда доступны специалисту

службы сопровождения для on-line анализа и копирования в базу данных персонального компьютера.

Второй канал реализуется на базе входящего в комплект поставки АВК-Н специализированного компьютера, подключенного по беспроводной связи к мобильному Интернету. Комплекс позволяет проводить расширенный мониторинг одновременно нескольких функций организма пациента, а также расширенный мониторинг технических характеристик модулей АВК-Н. Вся регистрируемая информация синхронизирована и доступна для анализа в цифровом и графическом форматах. Обслуживание комплекса не требует специальной подготовки и сводится к набору простых операций: включения компьютера, установки электродов и запуска программы дистанционного мониторинга. Установка электродов на пациента выполняется специалистом бригады скорой помощи или медицинским персоналом местного отделения здравоохранения. Наличие канала удаленной видеосвязи позволяет проконсультироваться с сотрудниками МТС по любому вопросу обслуживания комплекса. После установки датчиков включается режим дистанционного мониторинга и данные поступают на Web-сервер в режиме реального времени (рис. 3) для анализа службы МТС.

Доступ к Web-серверу осуществляется с использованием электронных ключей. Авторизация специалистов службы МТС или лечащего врача реализуется за счет уникального алгоритма генерации кода идентификации.

Встроенный в МЭУ GSM-модуль реализует в асинхронном режиме прием, обработку и передачу через мобильный Интернет на Web-сервере данных о параметрах состояния модулей АВК-Н. Программирование функционала первого канала дистанционного мониторинга выполнено на языке С и реализовано в микропрограммном коде «Pumpweb» [11] микроконтроллера GSM-модуля.

Первый и второй каналы синхронизированы, что позволяет специалистам МТС одновременно наблюдать за состоянием пациента и параметрами эксплуатации АВК-Н.

Пакет передаваемых данных также содержит идентификатор пациента. Полученные с модема данные регистрируются на Web-сервере, программа выполняет построение трендов контролируемых параметров с периодом обновления 10 минут, авторизацию пользователя и документирование данных.

Дополнительно «Pumpweb» реализует в режиме удаленного доступа поддержку на Web-сервере базы данных (БД), включающей список пациентов с установленным АВК-Н. Доступ к БД и ее фрагментам авторизован на аппаратном уровне электронным ключом и на программном коде идентификации авторизованного пользователя. По каждому пациенту БД содержит три раздела: данные регис-

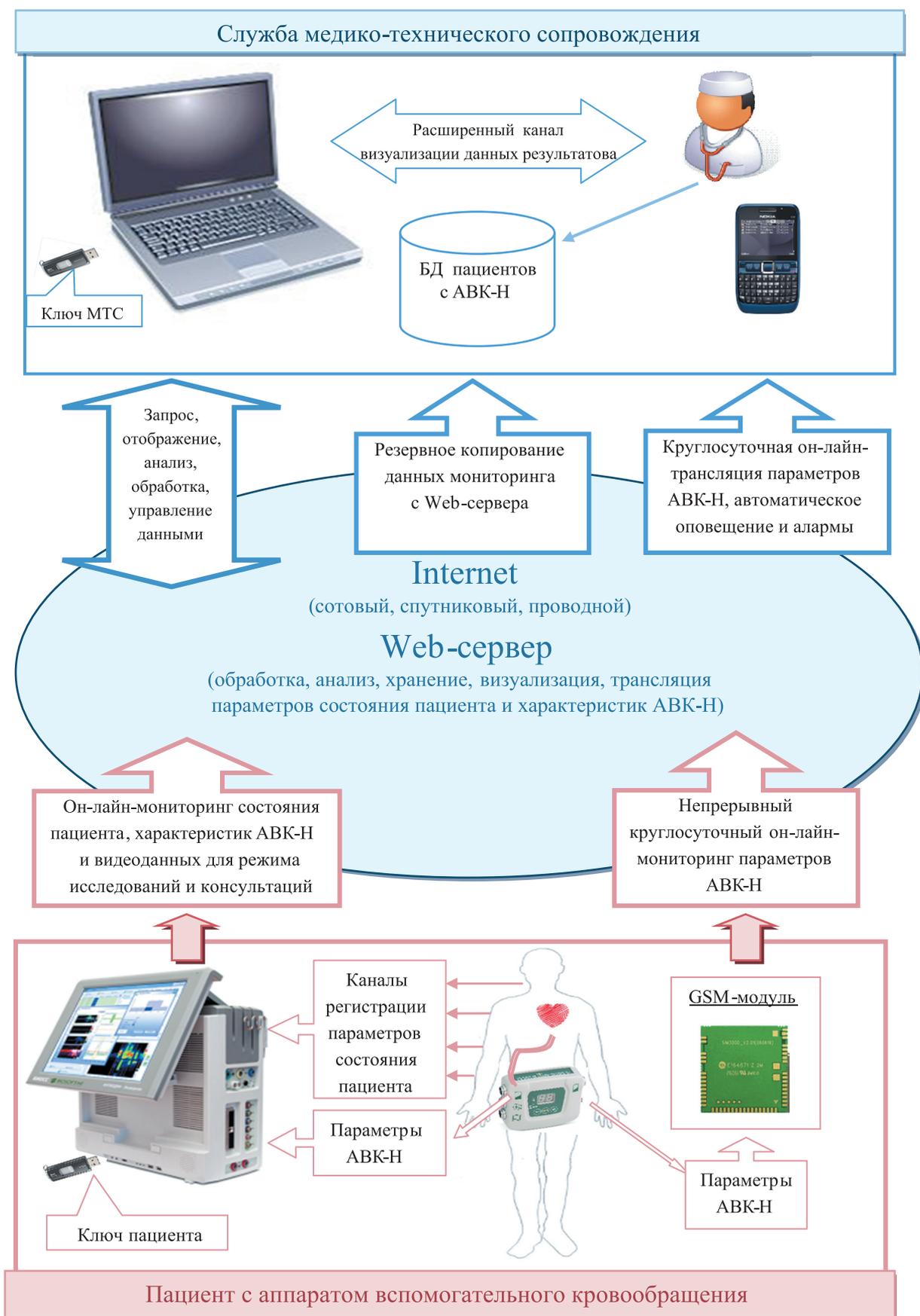


Рис. 1. Схема информационных потоков системы

Fig. 1. Scheme of the information flows of the system

трации, список используемого оборудования и онлайн-тренды параметров АВК-Н.

Раздел «Карточка пациента» (рис. 2) содержит поля: Ф. И. О., «Дата рождения», «Диагноз», «Учреждение», «Дата имплантации», «Дополнительная информация». Поля карточки могут редактироваться пользователем (добавление нового, удаление/переименование существующего и т. д.). Все параметры настройки сохраняются в файле конфигурации и автоматически восстанавливаются в рабочем режиме.

Раздел «Оборудование» (рис. 3) содержит список оборудования, идентификаторы каждого модуля АВК-Н и состояние ресурса источников автономного электропитания. Содержание информации по рассматриваемому разделу удаленной БД регулярно обновляется. Периодичность обновления информации – один раз в сутки.

Раздел «Тренды» (рис. 4) содержит графики изменений основных параметров АВК: скорости вращения рабочего колеса насоса, тока электродвигателя насоса и уровня заряда аккумулятора. Периодичность обновления информации – один раз в 10 сек.

Таким образом, вся информация, представленная на Web-сервере удаленного мониторинга АВК-Н, доступна в любой момент времени. Периодичность обновления данных для каждого раздела БД различна. Доступ к данным разграничен и определен статусом пользователя: врач, технический специалист, администратор, заказчик, поставщик АВК-Н. Код доступа прошит в электронном ключе.

На рис. 5 представлен мобильный телефон врача/специалиста службы МТС и содержание его экрана. Вначале выводятся данные текущих параметров эксплуатируемого оборудования, а затем координаты

Пациенты		Карточка	Оборудование	Тренды
	Иванов В.А., 53 года	ФИО	Иванов Василий Алибабаевич	
	Савинов И.Л., 47 лет	Дата рождения	1960-05-15	
		Диагноз	дилатационная кардиомиопатия	
		Учреждение	НИИ им. акад. Мешалкина (Новосибирск)	
		Дата имплантации	2013-08-02	
		Доп. информация	дефибриллятор	

Рис. 2. Экран регистрационной карты пациента в БД Web-сервера

Fig. 2. Screen of the registration card of a patient in the database of Web-server

Пациенты		Карточка	Оборудование	Тренды
	Иванов В.А., 53 года	Насос	004.04.13	
	Савинов И.Л., 47 лет	БУ резервный	121	
		БУ основной	300	
		Аккумулятор	140	
		Аккумулятор	141 (0 циклов)	
		Аккумулятор	142 (0 циклов)	
		Аккумулятор	146 (0 циклов)	
		Аккумулятор	105 (0 циклов, ресурс 90.45%)	
		Аккумулятор	156 (2 цикла, ресурс 93.4%)	
		Аккумулятор	157 (0 циклов)	

Рис. 3. Экран установленного пациенту оборудования АВК-Н, доступный для анализа службе МТС на Web-сервере

Fig. 3. Patient screen with device AVK-N, available for analysis for medical service and technical support on the Web-server



Рис. 4. Экран on-line трендов характеристик оборудования АВК-Н в режиме дистанционного мониторинга (первый канал)

Fig. 4. The on-line screen of the performances trends of device AVK-N in remote monitoring mode (the first channel)

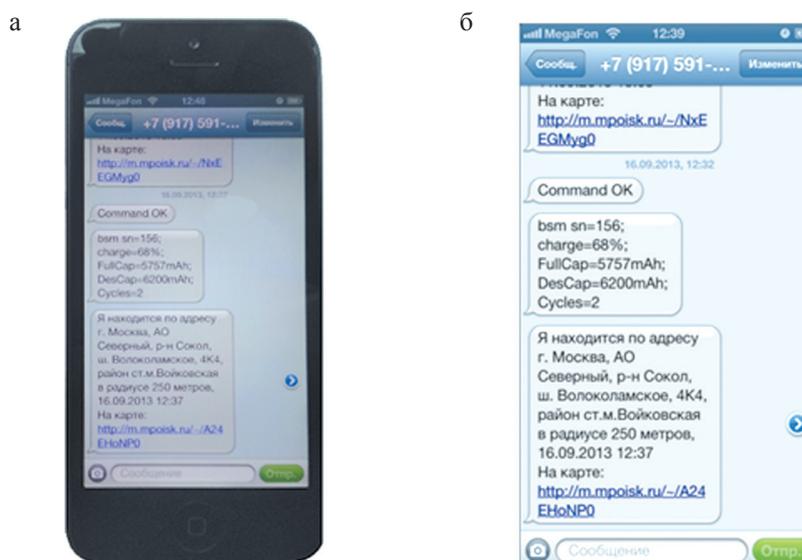


Рис. 5. Использование технологии ДМ параметров источника автономного энергоснабжения (ИАЭП) и координат местоположения пациента с АВК-Н: а – мобильный телефон; б – экран мобильного телефона

Fig. 5. Using the monitoring of a technology of the remote monitoring of the autonomous power supply source parameters and coordinate of the patient position with AVK-N: а – a mobile phone; б – the screen of a mobile phone

ты местоположения пациента с имплантированным насосом крови.

В качестве примера приведены характеристики источника автономного электропитания в формате: <серийный номер-bsm sn> <уровень заряда-charge> <полный заряд ИАЭ – FullCap> <расчетный уровень заряда-DesCap> <количество циклов заряда-Cycles>.

Второй канал реализует расширенные данные, включающие передачу параметров состояния пациента, технические характеристики АВК-Н и видеоданные пациента. Для синхронной регистрации всех параметров и передачи их на Web-сервер используется программный комплекс «Unimonex» [12], установленный на специализированный компьютер, входящий в комплект поставки АВК-Н.

«Unimonex» предназначен для исследования сразу нескольких функций организма пациента с АВК-Н, что позволяет повысить качество и достоверность диагностики, и как следствие, обеспечить высокую эффективность МТС. Количество интегрируемых методик и их назначение определяется индивидуально для конкретного пациента и может

варьироваться в широких пределах. «Unimonex» синхронизирует регистрируемые при обследовании пациента потоки данных, представленные в различных форматах, в единую систему комплексного анализа и обработки диагностической информации.

В одном сеансе обследования пациента с АВК-Н одновременно могут выполняться: электрокардиография, доплерография, стабилметрия, электроэнцефалография, пульсоксиметрия, капнография, электромиография и другие распространенные в медицинской практике методики (рис. 6). Данные исследований синхронизированы с характеристиками АВК-Н и передаются в режиме on-line на Web-сервер удаленных исследований по каналам проводной и беспроводной связи.

Задача системы ДМ состоит в передаче всех потоков регистрируемых с пациента данных и параметров АВК-Н на значительное расстояние без потери качества и синхронности в режиме реального времени. Такая передача должна быть реализована в течение длительного времени с предоставлением службам МТС информационной картины состояния пациента в различных условиях эксплуатации АВК-Н.

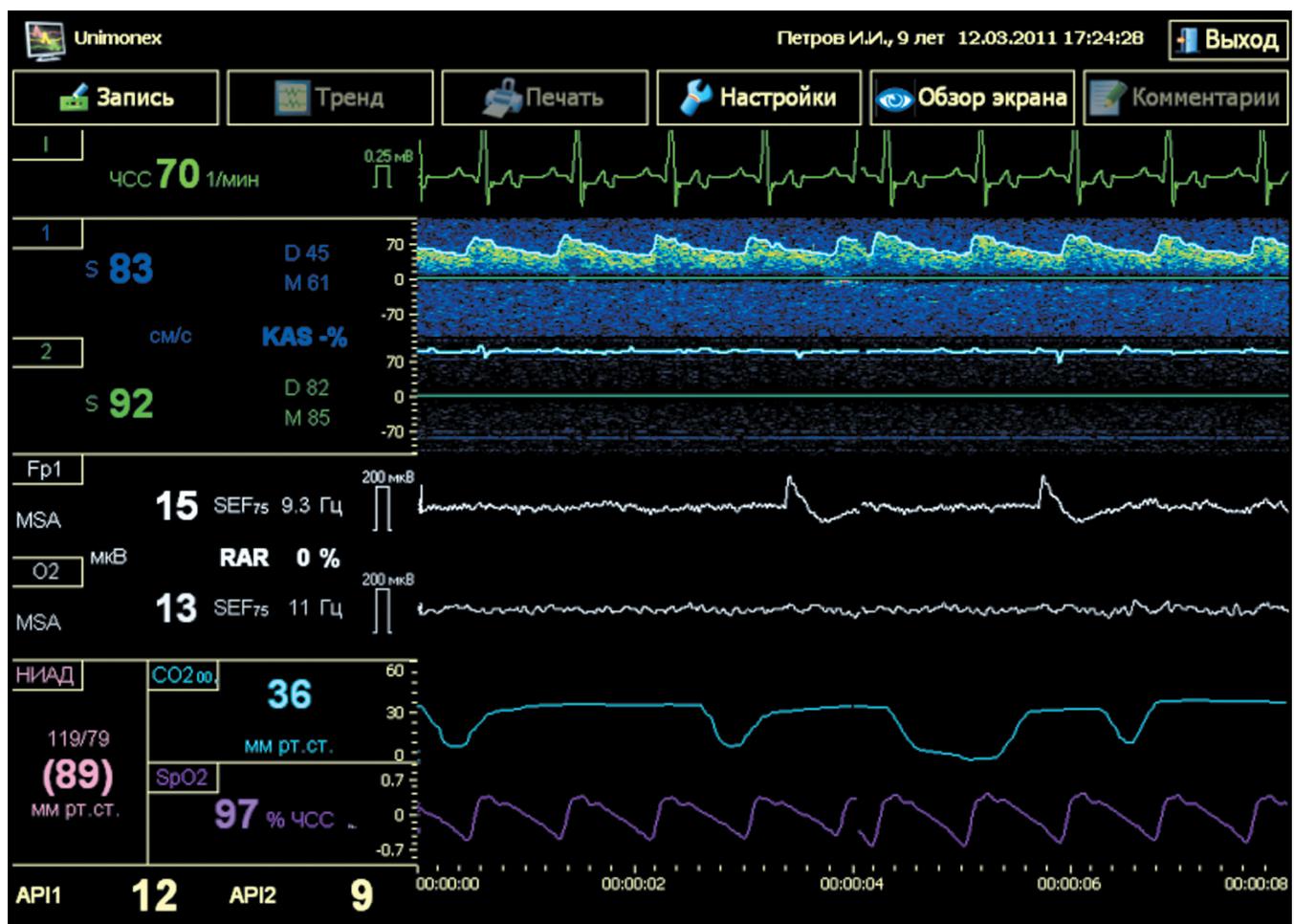


Рис. 6. Экран комплексных исследований состояния пациента с АВК-Н в режиме дистанционного доступа (второй канал)

Fig. 6. Screen of the complex research studies of the patient with AVK-N in the remote access mode (the second channel)

Во всех случаях система ДМ выполняет непрерывную регистрацию, удаленную передачу, обработку и отображение полного набора электрофизиологических параметров состояния пациента и технических параметров АВК-Н в синхронизированном масштабе времени.

Сочетая в себе преимущества существующих систем телемедицины и телеметрии, технология ДМ пациентов с АВК-Н имеет неоспоримые преимущества, позволяющие синтезировать «информационный портрет» пациента в режиме on-line, находясь на значительном расстоянии от самого объекта исследований. Такой подход позволяет в полной мере использовать потенциал персонифицированной медицины для рассматриваемой группы пациентов.

Технология реализует следующие уникальные возможности.

1. Высокая скорость и надежность передачи данных за счет реализации специальных алгоритмов сжатия, обработки и визуализации данных в режиме on-line на базе мобильных систем Интернет-связи.
2. Ведение базы данных ДМ. Все потоки данных, поступающие на Web-сервер по удаленной связи, автоматически сохраняются в медицинской базе данных и строго ассоциируются с регистрационной картой пациента. Это позволяет специалистам службы МТС реализовать постпроцессорный анализ зарегистрированной информации с возможностью ее распечатки, архивирования и экспорта на внешние носители.
3. Непрерывный, круглосуточный мониторинг состояния пациента и параметров АВК-Н. Программные средства Web-сервера выполняют анализ нарушений режимов эксплуатации и автоматически уведомляют специалистов МТС.
4. Синхронизация всех потоков в режиме on-line. Все потоки данных, регистрируемые с «удаленных» пациентов в режиме on-line, строго синхронизируются. Все события записываются в память системы автоматически и комментируются специалистами МТС в режиме on-line. Такой подход позволяет получить качественную оценку клинической ситуации по каждому пациенту с АВК-Н.
5. Удаленная видеоконсультация пациента специалистами МТС по всем аспектам эксплуатации АВК-Н и установки каналов системы комплексной диагностики.
6. Глобальная навигация местоположения пациента в любой момент времени для экстренного вызова служб «скорой помощи» при возникновении угрожающих жизни пациента ситуаций.
7. Синхронная on-line трансляция результатов ДМ специалистам МТС для режимов коллективной консультации, обучения и диагностики.

8. Индивидуальная адаптация лечебных мероприятий за счет предоставления врачу возможности дистанционной оценки полученных результатов и корректировки курса лечения.

Повышение качества и объективности результатов диагностики достигается за счет комплексной синхронной регистрации, обработки и анализа диагностических сигналов сразу нескольких методик исследования функций организма. В результате формируется достаточно полная картина состояния пациента, что создает условия для повышения достоверности диагностики.

Рабочее место специалиста службы МТС оснащается специализированным программным обеспечением и лицензионными ключами. Каждый ключ используется для идентификации специалиста МТС/пациента на Web-сервере и лицензирования доступной функциональности для задач регистрации, обработки и анализа данных диагностики. Так, ключ пациента позволяет автоматически ассоциировать потоки диагностической информации на сервере с данными его регистрационной карточки, ключ специалиста МТС – лицензировать дистанционный доступ по каналам Internet к результатам исследований пациента и функциям их обработки.

Система дистанционного мониторинга работоспособна для режима on-line обследования пациента при гарантированной скорости Интернет-хостинга 340 Кб/сек. При отсутствии устойчивой связи с Интернетом система автоматически переходит в режим off-line передачи результатов ДМ, обеспечивая передачу данных в отложенном режиме с гарантированной защитой от потерь результатов мониторинга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сочетая в себе преимущества существующих систем телемедицины и телеметрии, технология дистанционного мониторинга наиболее полно раскрывает потенциал персонифицированной медицины в лечении пациентов с АВК-Н.

Предложена структура и разработаны программно-аппаратные средства реализации технологии дистанционных исследований. Проведена апробация созданных средств для решения задачи удаленного мониторинга характеристик системы автономного электропитания АВК-Н пациента Новосибирского научно-исследовательского института патологии кровообращения имени академика Е.Н. Мешалкина.

Применение данной технологии дистанционного мониторинга особенно актуально при использовании систем длительной механической поддержки у педиатрических пациентов.

Полученные результаты позволили выполнить дистанционную диагностику источников автоном-

ного электропитания и повысить длительность их эксплуатации.

Таким образом, широкие возможности представленной технологии дистанционного мониторинга обеспечивают высокое качество и эффективность медицинского обслуживания больных с АВК-Н. Качественно расширяется спектр медицинских услуг, повышаются рентабельность и профессионализм лечебных мероприятий.

Данная работа выполнена с привлечением средств гранта Российского научного фонда (проект 16-15-00283)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Kirklin JK, Naftel DC, Kormos RL, Stevenson LW, Pagani FD, Miller MA et al. Second INTERMACS annual report: more than 1,000 primary left ventricular assist device implants. *J Heart Lung Transplant.* 2010; 29 (1): 1–10. DOI: 10.1016/j.healun.2009.10.009. PMID: 20123242.
2. Pagani FD, Miller LW, Russell SD, Aaronson KD, John R, Boyle AJ et al. Extended mechanical circulatory support with a continuous-flow rotary left ventricular assist device. *J Am Coll Cardiol.* 2009; 54 (4): 312–321. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.03.055. PMID: 19608028.
3. Kirklin JK, Naftel DC, Pagani FD, Kormos RL, Stevenson LW, Blume ED et al. Seventh INTERMACS annual report: 15,000 patients and counting. *J Heart Lung Transplant.* 2015; 34 (12): 1495–1504. DOI: 10.1016/j.healun.2015.10.003. PMID: 26520247.
4. Иткин ГП, Селищев СВ, Невзоров АМ, Филатов ИА, Мальгичев ВН, Коньшева ЕГ. Разработка и исследование имплантируемого осевого насоса для вспомогательного кровообращения. *Биотехносфера.* 2011; 4 (16): 15–18. Itkin GP, Selishchev SV, Nevzorov AM, Filatov IA, Mal'gichev VN, Konyshcheva EG. Razrabotka i issledovanie implantiruемого oseвого nasosa dlya vspomogatel'nogo krovoobrashcheniya. *Biotekhnosfera.* 2011; 4 (16): 15–18.
5. Готье СВ, Иткин ГП, Шемакин СЮ, Саитгареев РШ, Попцов ВН, Захаревич ВМ и др. Первый опыт клинического применения отечественного аппарата вспомогательного кровообращения на базе имплантируемого осевого насоса для двухэтапной трансплантации сердца. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2013; 3: 92–101. Got'e SV, Itkin GP, Shemakin SYu, Saitgareev RSh, Popcov VN, Zaharevich VM i dr. Pervyj opyt klinicheskogo primeneniya otechestvennogo apparata vspomogatel'nogo krovoobrashcheniya na baze implantiruемого oseвого nasosa dlya dvouhэтапной transplantacii serdca. *Vestnik transplantologii i iskusstvennyh organov.* 2013; 3: 92–101.
6. Kirklin JK, Naftel DC, Pagani FD, Kormos RL, Stevenson L, Miller M et al. Long-term mechanical circulatory support (destination therapy): on track to compete with heart transplantation? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012; 144 (3): 584–603. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2012.05.044. PMID: 22795459.
7. Birks EJ, George RS, Firouzi A, Wright G, Bahrami T, Yacoub MH et al. Long-term outcomes of patients bridged to recovery versus patients bridged to transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012; 190–196. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2012.03.021. PMID: 22498081.
8. Mascio CE. The use of ventricular assist device support in children: the state of the art. *Artificial Organs.* 2015; 39 (1): 14–20. doi:10.1111/aor.12439.
9. Varma N, Ricci RP. Telemedicine and cardiac implants: what is the benefit? *Eur Heart J.* 2013 Jul; 34 (25): 1885–1895. doi: 10.1093.
10. Dubner S, Auricchio A, Steinberg JS, Vardas P, Stone P, Brugada J, Piotrowicz R et al. ISHNE/EHRA expert consensus on remote monitoring of cardiovascular implantable electronic devices (CIEDs). *Europace.* 2012 Feb; 14 (2): 278–293. doi: 10.1093.
11. СВИДЕТЕЛЬСТВО о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013619955 от 21.10.2013 г. «Программа удаленного мониторинга характеристик имплантированного насоса крови и местоположения пациента «Pumpweb». Авторы: Дозоров К.Н., Адашкин А.В., Филатов И.А. SVIDETEL'STVO о gosudarstvennoj registracii programmy dlya EHVM № 2013619955 от 21.10.2013 g. «Programma udalennogo monitoringa harakteristik implantirovannogo nasosa krovi i mestopolozheniya pacienta «Pumpweb». Avtory: Dozorov K.N., Adaskin A.V., Filatov I.A.
12. СВИДЕТЕЛЬСТВО о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012618636 от 21.09.2012 г. «Программа многоканальных мониторинговых исследований функций пациента в режиме дистанционного доступа «Unimonex». Авторы: Адашкин А.В., Сергейчик В.В., Загребин Д.А., Филатов И.А., Розинов А.В. SVIDETEL'STVO о gosudarstvennoj registracii programmy dlya EHVM № 2012618636 от 21.09.2012 g. «Programma mnogokanal'nyh monitoringovyh issledovaniy funkcij pacienta v rezhime distancionnogo dostupa «Unimonex». Avtory: Adaskin A.V., Sergejchik V.V., Zagrebin D.A., Filatov I.A., Rozinov A.V.

*Статья поступила в редакцию 17.03.2016 г.
The article was submitted to the journal on 17.03.2016*