

ТЕОРИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЕ

С.В. Фролов, М.А. Лядов, С.А. Лоскутов

Автоматизированная информационная система мониторинга состояния здоровья школьников

Аннотация

В статье рассмотрена информационная система мониторинга здоровья школьников Тамбовской области. Описаны аппаратная часть системы, ее взаимодействие с программной частью. Представлен принцип обработки данных по показателям здоровья ребенка. Детально рассмотрены архитектура всей системы мониторинга и ее роль в системе здравоохранения региона.

Введение

В настоящее время мониторинг здоровья детского населения является одним из наиболее актуальных направлений в области здравоохранения [1], [2]. Состояние здоровья подрастающего поколения определяет возможности государства по развитию экономики и обеспечению национальной безопасности [1].

В настоящее время в России имеется ряд реализованных на региональном и федеральном уровнях информационных систем мониторинга здоровья детей: автоматизированная информационная система диспансеризации детского населения (ДИСПАН), автоматизированный комплекс для диспансерного обследования АКДО [3], база данных детей-сирот, мониторинг врожденных пороков развития [1] и т. д. В качестве примеров зарубежных систем мониторинга можно отметить новозеландскую систему «Детский социальный мониторинг здоровья» (The Children's Social Health Monitor) [4] и германскую систему мониторинга KiGGS [2], в которой здоровье интерпретируется как полное физическое, психическое и социальное благополучие, а данные по основным направлениям физического, психического здоровья, образа жизни и социального положения детей и молодежи в Германии рассматриваются на индивидуальном уровне.

Анализ изученных систем показывает, что большинство из отечественных систем мониторинга здоровья детей ориентированы для автоматизации деятельности в системе здравоохранения, охватывают узкие группы детей и не обеспечивают массовый характер мониторинга [1]. Зарубежные системы мониторинга здоровья детей в большинстве случаев предназначены для получения обобщенной статистики, позволяющей судить о состоянии развития общества, и имеют, как правило, социальную направленность, а не медицинскую [4].

С 2008 года в 20 регионах страны реализуется проект по модернизации школьного питания. Для оценки эффективнос-

ти этого проекта проводится мониторинг здоровья школьников, который является сложным информационным процессом, начиная со сбора медицинскими сестрами показателей здоровья соответствующего контингента учащихся и заканчивая централизованным обобщением полученной информации на уровне региона. Этот фактор стал предпосылкой для разработки в 2011 году коллективом кафедры «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВПО «ТГТУ» автоматизированной информационной системы (АИС) «Здоровье детей», охватывающей муниципальные образовательные учреждения (МОУ), ЛПУ и региональный центр обработки данных (ЦОД) [5]. Целью проекта стало комплексное обеспечение процесса мониторинга здоровья школьников региона, включая автоматизированный сбор, хранение и аналитическую обработку данных по физическому развитию, анкетированию, артериальному давлению (АД), группам здоровья, физкультурным группам, физической подготовленности, острой и общей заболеваемости, в том числе связанной с алиментарными факторами (от лат. *alimentum* – пища). Цель проекта соответствует современным требованиям к проведению оперативного и наиболее полного анализа данных регионального мониторинга здоровья [6].

АИС «Здоровье детей» в настоящий момент установлена в 108 МОУ Тамбовской области. На конец 2013/2014 учебного года в центральной базе данных (БД) содержится информация об индивидуальном здоровье более 80 тыс. школьников, что обеспечивает объективную интегральную оценку здоровья, динамический анализ ситуации, прогноз тенденций в состоянии индивидуального и общественного здоровья. АИС «Здоровье детей» является основой выявления приоритетов для проведения первоочередных мероприятий и планирования развития службы охраны здоровья детского населения [1].

Материалы и методы

Первичным звеном в АИС «Здоровье детей» является муниципальное образовательное учреждение (МОУ), в котором

проводятся осмотры школьников. На персональном компьютере (ПК) школьной медицинской сестры установлены реляционная система управления базами данных (СУБД) MySQL и программное обеспечение – АИС «Здоровье детей», подсистема «Школа», обеспечивающая ввод, обработку и хранение данных по каждому ученику. Показатели физического развития, АД, анкетирования и физической подготовленности заносятся в БД два раза в течение учебного года, группы здоровья и физкультурные группы – один раз, общая заболеваемость и пропуски занятий по болезни – в течение всего учебного года.

Данные антропометрии поступают с комплекса медицинского диагностического (КМД) «Здоровый ребенок» производства ОАО «Тулинковский приборостроительный завод «ТВЕС» [7], который подключается к ПК через порт USB. Схема взаимодействия программного обеспечения с аппаратной частью комплекса КМД «Здоровый ребенок» показана на рис. 1.

Изначально, при измерении показателей роста, массы тела, силы кисти и толщины жировой складки, сигнал с индукционных датчиков в составе интеллектуальных датчиков (ИД) в виде импульсов переменной скважности поступает на вход микроконтроллера (МК) «ATMEGA8». Индукционный датчик совместно с МК и необходимыми интерфейсами образует интеллектуальный датчик (ИД). В постоянной памяти (EEPROM) МК содержится уникальный для каждого ИД цифровой идентификатор, с помощью которого программа верхнего уровня в ПК распознает данные соответствующего ИД. МК обрабатывает сигналы индукционных датчиков, преобразуя их в цифровой код, и формирует специальные цифровые пакеты согласно утвержденному протоколу обмена данными между КМД и программой ПК. Цифровые пакеты с данными измерений, снабженные уникальным идентификатором, с выхода МК поступают на вход преобразователя интерфейсов MAX3485 и далее, по RS-485 шине, на вход блока коммутационного (БК).

В БК данные снова, через преобразователи интерфейсов RS-485, поступают на вход МК «ATMEGA162». МК в БК управляет сбором и синхронизацией поступающих данных измерений от ИД, а также передачей этих данных в ПК через встроенный аппаратный универсальный синхронно-асинхронный последовательный приемо-передатчик (УСАПП). Сигналы УСАПП преобразуются в данные протокола для USB-интерфейса и поступают на вход ПК. На ПК, посредством установленного специального драйвера USB-устройства от компании FTDI для микросхемы FT-232, происходит взаимодействие с управляющей программой верхнего уровня АИС «Здоровье детей», подсистема «Школа».

АИС «Здоровье детей», подсистема «Школа», состоит из пользовательского интерфейса и модуля экспертной оценки данных, состоящего из трех вычислительных модулей для оценки показателей медицинских осмотров, осмотров физической подготовленности и заболеваемости.

На рис. 2 представлена часть вычислительного модуля медицинского осмотра. На вход вычислительного модуля поступают дата рождения ребенка, дата осмотра, пол, рост, масса тела, систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), размер манжеты для измерения давления. Входные и выходные данные могут принимать тип даты, числа или варианта (например, развитие по массе тела – «Дефицит», «Нормосомия», «Избыток»).

Все входные показатели подаются на вход вычислительных блоков, которые представляют в основном функции на основе реляционной алгебры [8], [9]. Методической основой проведения мониторинга являются методические указания, разработанные НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков Научного центра здоровья детей РАМН, которые содержат инструкции по проведению мониторинга и множество возрастно-половых нормативов. Нормативы содержат тысячи строк, что

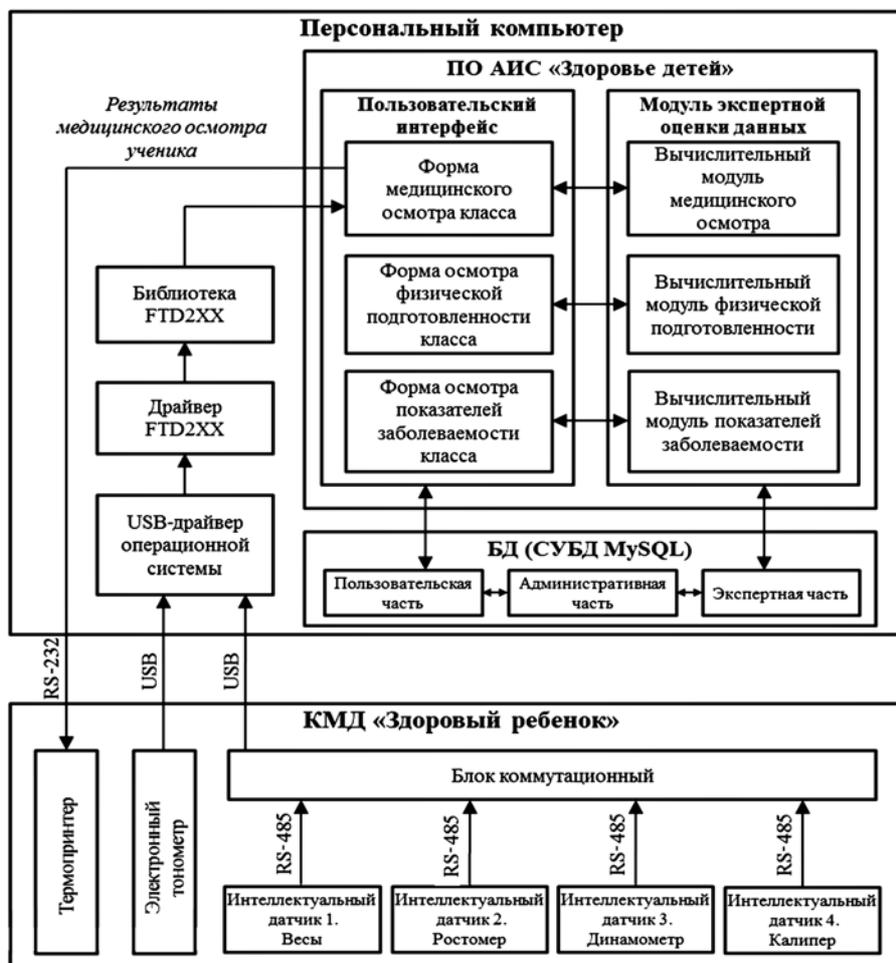


Рис. 1. Программно-аппаратная структура рабочего места школьной медсестры

очень затрудняет работу медсестры при оценке показателей сотен школьников вручную и делает актуальным применение систем автоматизации деятельности медицинской сестры. Аналогичные вычислительные модули разработаны для оценки физической подготовленности, острой и общей заболеваемости школьников [8], [9].

Результаты

Форма графического интерфейса медицинского осмотра показана на рис. 3. При проведении осмотра медицинская сестра для каждого учебного класса создает протокол медицинского осмотра, так же как и при проведении осмотров физичес-

кой подготовленности, групп здоровья и физкультурных групп. Показатели острой и общей заболеваемости вводятся для каждого класса в отдельной форме, с автоматическим подсчетом статистики (количество часто болеющих детей, «Индекс здоровья», средняя продолжительность одного случая и т. д.).

Порядок действий школьной медицинской сестры, а также классного руководителя и учителя физкультуры при проведении мониторинга здоровья определяется утвержденным администрацией региона регламентом мониторинга здоровья школьников.

По уровню сбора, обработки и передачи данных, а также принятия управленческих решений информационное простран-

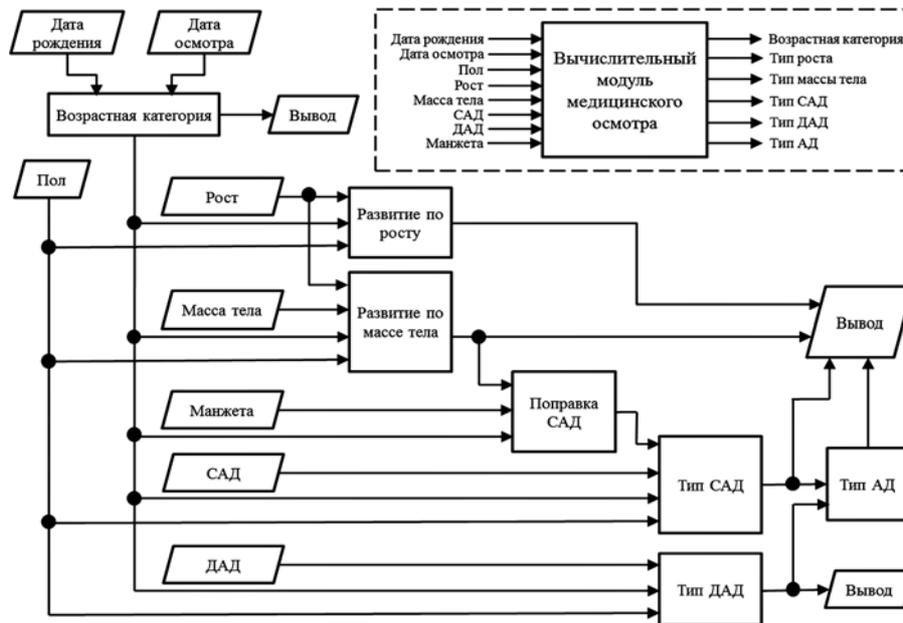


Рис. 2. Схема вычислительного модуля медицинского осмотра

Медицинский осмотр

Информация о медицинском осмотре
 № 4000335 Учебный год 2011/2012 Начало учебного года
 Дата 29.09.2011 Класс 1-А Статус Проведен
 [Выбрать протокол осмотра]

Список класса

№	ФИО	Дата рождения	Возраст, лет	Пол	Физическое развитие					Артериальное давление						
					Рост	Вариант роста	Вес	Вариант веса	Сила	Складка	Окр. головы	Окр. груди на вдохе	Окр. груди на выдохе	САД	ДАД	Тип АД
1	Алексей	29.08.2004	7	Мужской	119	Средний	22	Норма	7	13				100	60	Нормальное АД
2	Денис	07.08.2004	7	Мужской	122	Средний	22	Норма	10	12				100	60	Нормальное АД
3	Никита	31.01.2004	8	Мужской	124	Средний	26	Норма	8	13				100	60	Нормальное АД
4	Артём	07.06.2004	7	Мужской	131	Выше среднего	26	Дефицит	7	13				110	65	Нормальное АД
5	Виктория	11.01.2005	7	Женский	119	Средний	22	Норма	6	13				100	70	Высокое нормальное АД
6	Павел	10.07.2004	7	Мужской	127	Средний	25	Норма	8	13				95	65	Нормальное АД

Статистика по классу

Вариант роста	Всего		Мальчики		Девочки	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Низкий	0	0	0	0	0	0
Низкое среднего	3	9,7	0	0	3	20
Средний	24	77,4	13	81,3	11	73,3
Выше среднего	2	6,5	2	12,5	0	0
Высокий	2	6,5	1	6,3	1	6,7

Физическое развитие: Вес 22, Сила 7, Рост 119, Складка 13, Вариант роста: Средний, Вариант веса: Норма.

Артериальное давление, пульс и температура: Размер манжеты 13x26, САД с поправкой 100, САД 90, ДАД 60, Пульс 85, Температура 36,6. Тип АД: Нормальное АД.

Рис. 3. Форма медицинского осмотра учебного класса

ство АИС «Здоровье детей» делится на уровень образовательного учреждения, муниципальный и региональный уровни (рис. 4).

В конце каждого полугодия школьная медсестра производит выгрузку данных из подсистемы «Школа» на FLASH-память и передает ее в ЛПУ, за которым закреплено данное МОУ. Выгрузка данных представляет собой архивированный набор XML-файлов, которые являются проекцией отношений БД. В ЛПУ, при помощи подсистемы «ЛПУ», выгрузки из каждого прикрепленного МОУ подгружаются в БД. Формируется необходимая отчетность и проводится анализ показателей здоровья школьников прикрепленного округа для принятия совместно с муниципальным отделом образования соответствующих управленческих решений на муниципальном уровне. Следующим шагом является передача выгрузки данных из БД ЛПУ в региональный ЦОД через защищенный VPN-канал. Подобная асинхронная репликация данных с уровня МОУ до ЦОД обусловлена необходимостью защиты данных и высокой стоимостью создания прямого защищенного соединения между рабочими местами школьных медицинских сестер и центральной БД.

В ЦОД установлена единая БД, содержащая информацию о показателях здоровья школьников всего региона. При помощи подсистем «Администратор» и «Здравоохранение» производится формирование отчетности по показателям здоровья школьников региона с учетом различных возрастно-половых

и административно-территориальных критериев с использованием современных OLAP-технологий. Информация из ЦОД поступает в региональные органы государственного управления, где производится анализ данных и формирование управленческих решений по повышению уровня здоровья школьников региона.

Заключение

В ходе реализации проекта разработана информационная модель оценки здоровья детей, которая использует в качестве основы различные медицинские возрастно-половые нормативы, позволяет строить иерархии блоков взаимозависимых показателей, рассматривать и сравнивать результаты оценок по различным медицинским методикам. Одним из важнейших результатов является создание единого информационного пространства системы мониторинга здоровья школьников на уровне региона.

Проводимый в течение нескольких лет мониторинг показал, что участие школ в проекте по модернизации школьного питания дает положительные результаты, прежде всего указывает на динамику массы тела учеников, стабильность показателей длины тела и уменьшение количества заболеваний, связанных с алиментарными факторами [10]. Выявлены тенденции зависимости показателей здоровья школьников от места их проживания, в особенности от типа населенного пункта, в котором они обучаются.

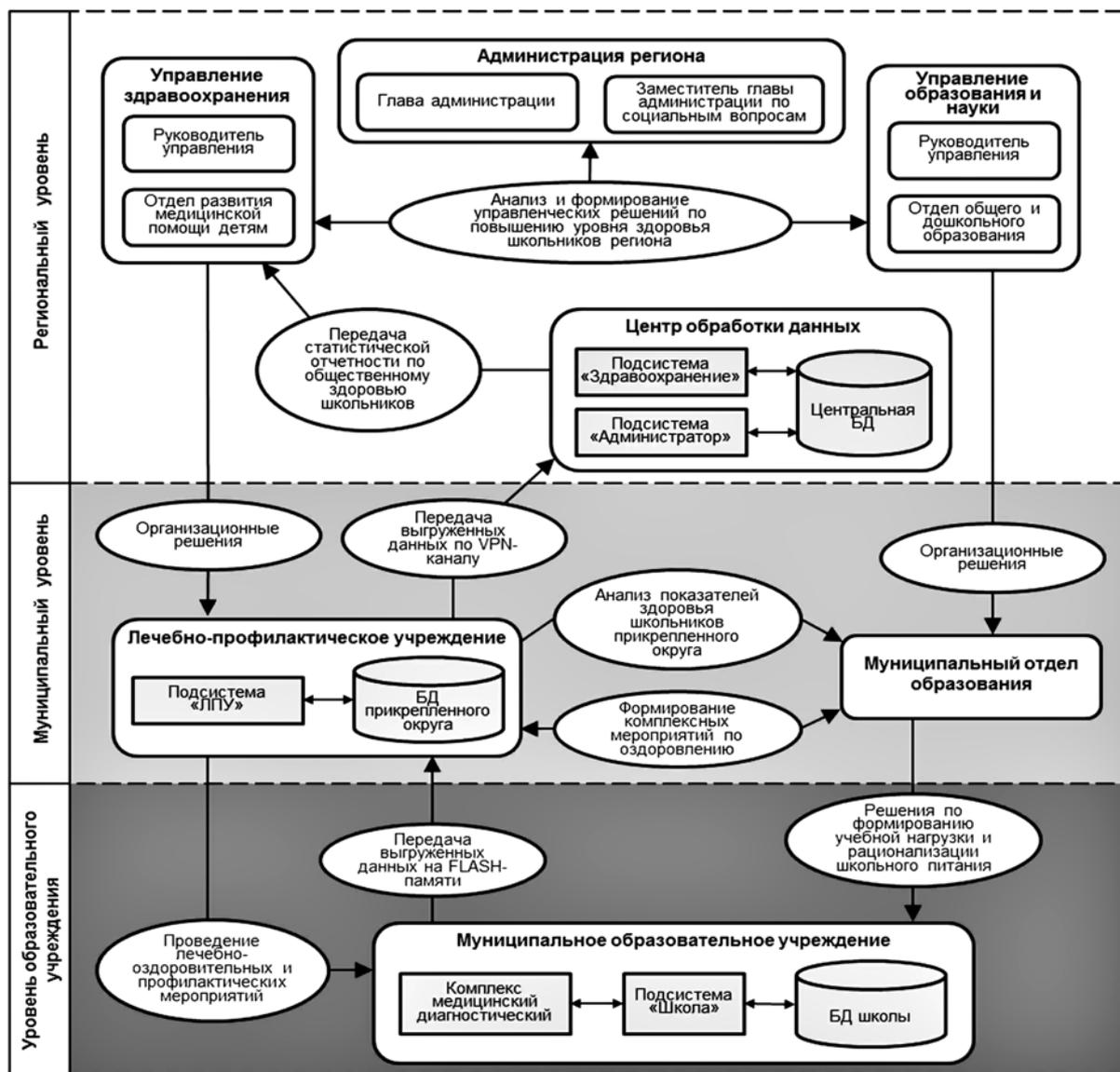


Рис. 4. Архитектура региональной АИС «Здоровье детей»

Дальнейшим развитием АИС «Здоровье детей» является разработка моделей, алгоритмов, программного и методического обеспечения для внедрения в дошкольные образовательные учреждения и высшие учебные заведения, а также разработка всероссийской распределенной информационной системы мониторинга здоровья детей и молодежи.

Список литературы:

1. Кобринский Б.А. Мониторинг состояния здоровья детей России на основе применения компьютерных технологий // Вестник Росздравнадзора. 2010. № 1. С. 16-20.
2. Schlack R., Holling H., Kurth B.-M. KiGGS – Kinder- und Jugendgesundheitsstudie Welle 1 / Projektbeschreibung. Robert Koch-Institut, Berlin, 2011.
3. Кобринский Б.А., Шаповалов В.В., Шерстюк Ю.М. Комплексы АКДО-ДИСПАН для скрининга, анализа и прогноза состояния здоровья детского населения // Врач и информационные технологии. 2006. № 1. С. 21-25.
4. Introduction to the Children's Social Health Monitor // The Children's Social Health Monitor New Zealand. – New Zealand, 2010 / URL: <http://www.nzchildren.co.nz/introduction.php>.
5. Фролов С.В., Лядов М.А., Комарова И.А. Региональная информационная система мониторинга здоровья школьников // Врач и информационные технологии. 2011. № 6. С. 24-33.
6. Копылов Д.С., Шаповалов В.В., Шерстюк Ю.М. Комплексный анализ данных диспансеризации населения региона // Медицинская техника. 2014. № 2. С. 27-29.
7. Фролов С.В., Дубровин В.В., Лядов М.А., Потлов А.Ю., Фролова М.С., Голофеев А.А. Анализ развития программно-аппаратных средств для оценки состояния здоровья детей на примере комплекса «Здоровый ребенок» // Врач и информационные технологии. 2012. № 3. С. 37-47.
8. Лядов М.А., Фролов С.В. Система обработки данных медицинских осмотров и физической подготовленности школьников на основе реляционной модели // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2012. № 7. С. 55-62.
9. Фролов С.В., Лядов М.А., Остапенко О.А. Экспертная система оценки физического развития ребенка на основе аппарата реляционной алгебры // Биотехносфера. 2013. № 6 (30). С. 28-39.
10. Фролов С.В., Лядов М.А., Козлова А.Ю. Результаты регионального мониторинга состояния здоровья школьников // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2013. Т. 58. № 3. С. 80-84.

*Сергей Владимирович Фролов,
д-р техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой,
Максим Алексеевич Лядов,
аспирант,
кафедра «Биомедицинская техника»,
ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный
технический университет»,
Сергей Алексеевич Лоскутов,
генеральный директор,
ООО «НТО «ИНТ»,
г. Тамбов,
e-mail: sergej.frolov@gmail.com*

**В.П. Бессмельцев, Д.Н. Катасонов, Б.С. Мазурок, И.В. Макеев, В.А. Слуев,
В.В. Морозов, А.И. Шевела**

Мобильная система для автоматизированного дистанционного мониторинга сердечной деятельности

Аннотация

В статье представлен макет диагностического комплекса для непрерывного мониторинга сердечной деятельности пациента (электрокардиография, частота сердечных сокращений), содержащий интеллектуальные датчики, систему сбора и обработки данных на основе Bluetooth пикосети – микросервера, коммуникатор для передачи данных от системы сбора и обработки данных на медицинский сервер. Рассмотрены алгоритмы первичной обработки сигналов датчиков, структура мобильного приложения коммуникатора, медицинского сервера. Представленные структурные, аппаратные и программные решения показывают возможность создания такого комплекса с датчиками измеряемых величин, практически не мешающими пациенту выполнять повседневные функции.

Введение

Серьезной проблемой на пути успешного лечения и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний является отсутствие надежных средств оперативной диагностики угрожающих состояний, связанных с нарушениями деятельности сердечно-сосудистой системы пациента, и, как следствие, невозможность оказания оперативной квалифицированной помощи. Современные системы диагностики основаны на электрокардиографическом мониторинговании, в том числе в длительном непрерывном режиме. Во всем мире широко применяется метод холтеровского мониторингования ЭКГ, пульса и артериального давления в модификациях длительностью от одних до семи суток [1]. В настоящее время ведутся разработки миниатюрных и бесконтактных датчиков ЭКГ, позволяющих создать системы мониторингования сердечно-сосудистой системы человека, удобных для постоянного и длительного ношения. Развитие программных и аппаратных средств беспроводных персональных сетей и их широкое распрост-

ранение в индивидуальных средствах сотовой связи дает возможность построения беспроводной системы мониторинга [2]-[4]. Однако созданные в настоящее время опытные экземпляры таких систем имеют низкую надежность и практически неработоспособны при выполнении человеком повседневных обязанностей или при работе в тяжелых условиях. Поэтому является актуальной задача создания аппаратно-программных средств, лишенных указанных недостатков. В настоящей статье представлены результаты работы по созданию миниатюрного автономного носимого комплекса мониторинга со средствами повышения надежности, круглосуточно регистрирующего и транслирующего на медицинский сервер основные показатели сердечной деятельности человека, имеющего возможность в случае возникновения потенциально опасной ситуации посылать экстренный вызов в медицинскую службу, информировать пациента. Основными задачами, решаемыми с помощью представленной системы, являются улучшение качества, скорости получения диагноза сердечно-сосудистого заболевания, а также сокращение времени реагирова-