

УДК 61:004.75

## **КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ ЖИТЕЛЕЙ МАЛЫХ И УДАЛЕННЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

**В. С. Белов, А. И. Самаркин**

**Псковский государственный университет**

Статья поступила в редакцию 21 июня 2016 г.

**Аннотация.** Представлена концептуальная модель инфраструктуры региональной мобильной системы охраны здоровья населения РМСОЗН малых и удаленных поселений, которая позволяет, в условиях оптимизации и реструктуризации сети муниципальных лечебно-профилактических учреждений, при развитии улучшить качество предоставления медицинских услуг жителям региональной «глубинки» и внедрить принципы медицины 21-го века – принципы 4П-медицины: Персонализация, Предикативность, Превентивность, Партисипативность. В инфраструктуре РМСОЗН задействуются следующие новации: принципы территориального медицинского зонирования, технологии оперативного мониторинга физиологического состояния пациентов по месту их проживания, механизмы донозологической диагностики на основе виртуальных физиологических моделей больных, методы двухстороннего дистанционного взаимодействия «врач-пациент», схемы единого информационного пространства РМСОЗН на основе обеспечения интероперабельности информационного взаимодействия ее компонент и подсистем в существующих зональных и региональной гетерогенных телекоммуникационных системах связи.

**Ключевые слова:** региональная мобильная система здравоохранения, медицинское зонирование, мобильный мониторинг состояния здоровья, донозологическая диагностика, дистанционное взаимодействие «врач-пациент», информационное пространство медико-информационных услуг, интероперабельность информационного взаимодействия в медицине.

**Abstract.** The conceptual model of regional mobile system infrastructure for the people's health care (RMSPHC) in small and remote settlements is introduced. The system allows to improve quality of the medical services for citizens of remote locations and to implement the principles of 4P-medicine: Personalization, Predicativity, Preventiveness, Participation. The following innovations are involved in infrastructure of RMSPHC: Principles of territorial medical zoning; Technologies of expeditious physiological condition monitoring for the patients in their place of living; Mechanisms of prenosological diagnostics based on the virtual physiological patient models; The "doctor-patient" methods of bilateral distant interaction; Uniform information space providing an interoperable exchange of its components and subsystems in existing zonal and regional heterogeneous telecommunication systems.

**Keywords:** regional mobile healthcare system, medical zoning, mobile health monitoring, prenosological diagnostics, remote connectivity «doctor-patient» information space health information services, the interoperability of information interaction in medicine.

## 1. Введение

Одним из главных социальных обязательств современных демократических государств, к каковым естественно относится современная Россия, является задача сохранения здоровья граждан страны как наивысшей общественной и индивидуальной ценности. Решение этой задачи обеспечивается наличием развитой системы медицинских учреждений, как специализированных, так и смешанного типа, покрывающих практически всю территорию государства и обеспечивающих доступ к лечебно-профилактическим ресурсам системы здравоохранения не только населения городов и поселков городского типа, но и жителей сельских поселений, в т.ч. малых и удаленных от региональных и районных центров.

Традиционно система оказания медицинской помощи населению предусматривает предоставление лечебных услуг только в случае возникновения заболевания и непосредственного обращения пациентов к врачу. Подобный под-

ход предполагает наличие сети лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ), где высококвалифицированный медицинский персонал осуществляет первичный и углубленный осмотр больных, осуществляет выполнение аналитико-диагностических процедур, определяет схемы лечения пациентов и где имеется медицинское и лекарственное оснащение, необходимое для лечения больных. Однако в последнее время в ряде регионов Российской Федерации наметилась тенденции к т.н. оптимизации сети учреждений здравоохранения в местной «глубинке» (см., например [1,2,3]), согласно которой производится сокращение числа районных лечебных учреждений и присоединение их к более крупным медицинским учреждениям, относительно равномерно распределенным по всей территории региона либо организованным по принципу медицинского зонирования [4], с одновременным развитием межмуниципального обслуживания и способов логистики пациентов от мест проживания (в т.ч. из удаленных населенных пунктов) к местам оказания медицинской помощи.

Подобное управленческое решение, оправданное, на первый взгляд, с позиции оптимизации финансово-экономических затрат на поддержание функционирования учреждений здравоохранения в «глубинке» депрессивных регионов, тем не менее приводит в конечном итоге к ухудшению эффективности и своевременности предоставления медицинских услуг жителям малых и удаленных населенных пунктов. Причинами такого эффекта от оптимизации сети лечебных учреждений в региональной «глубинке» являются следующие факторы:

✓ Во-первых, в последнее время в сельской местности ряда регионов России имеет место постепенный рост удельного веса лиц старших возрастов, что приводит к возрастанию нагрузки на отрасль «Здравоохранение» в связи с увеличением в популяции сельского населения потенциала хронических заболеваний.

✓ Во-вторых, своевременность оказания врачебной помощи пациентам, проживающим в населенных пунктах, существенно удаленных от мест расположения межрайонных (зональных, опорных) ЛПУ, оставляет желать лучшего в силу наличия достаточно больших временных затрат доставки средств меди-

цинской помощи к пациентам или прибытия последних от мест проживания к местам лечения (местам расположения зональных или опорных ЛПУ).

✓ В третьих, имеет место снижение реальных доходов жителей «глубинки» в силу усугубления безработицы, спада производства, понижения уровня оплаты труда занятого сельского населения, вызванных увеличением инфляции и ухудшением экономической обстановки в России, что в конечном итоге существенно снижает уровень доступности медицинской помощи при обращении больных удаленных поселений, в частности, из-за наличия финансово-экономических трудностей у жителей при оплате проезда до мест расположения межрайонных (зональных, опорных) ЛПУ.

Рассматриваемая ситуация вступает в противоречие с современными требованиями оперативности оказания лечебно-профилактических услуг пациентам, проживающим в удаленных поселениях, наличия условий для обеспечения доступности и качества медицинской помощи, оказываемой населению. Здесь одним из эффективных методов разрешения наметившегося тупика является повсеместное внедрение в практику врачебного надзора и оказания медицинской помощи жителям малых и удаленных населенных пунктов методологии «hospital-at-home» («госпиталь-на-дому») [5], основанной на технологиях «sensor-on-a-chip» («датчик-на-кристалле») [5] и «laboratory-on-a-chip» («лаборатория-на-кристалле») [6] и открытых телекоммуникационных системах связи. Данная методология предусматривает использование средств постоянного мониторинга функционального состояния пациентов и оказание оперативной лечебной помощи больным независимо от их местоположения. Это позволит сместить задачи охраны здоровья жителей малонаселенных и удаленных поселений с плоскости высокотехнологичных методов лечения в сферу первичной профилактики и первичной диагностики [7]. Приоритетным направлением такого подхода к охране здоровья населения региональной «глубинки» становится персонализация медицины, максимальное приближение лечебного процесса к пациенту по месту его проживания, вовлечение больного в процесс контроля состояния своего здоровья на основании принципа партисипативности [8].

## 2. Концептуальная модель инфраструктуры региональной мобильной системы охраны здоровья населения малых и удаленных поселений

Концептуально реализация методологии «hospital-at-home» в условиях повсеместной оптимизации сети лечебных учреждений в «глубинке» предполагает широкое использование современных информационных технологий, мобильных программно-аппаратных измерительных комплексов медицинского назначения типа «sensor-on-a-chip» и «laboratory-on-a-chip», обеспечивающих как автономный, так и дистанционный персональный мониторинг здоровья населения, а также разнообразных телекоммуникационных систем связи от простых, морально устаревших, но, тем не менее, успешно функционирующих телефонных и радиорелейных сетей, до современных систем передачи данных, включая региональные вычислительные сети, мобильные (сотовые) и спутниковые системы связи.

Информационная инфраструктура региональной мобильной системы охраны здоровья населения (РМСОЗН) имеет три уровня – см. рис 1. Системной основой этой инфраструктуры является виртуальная структура системы охраны здоровья населения межрайонного (зонального) уровня, рассмотренная в работе [9]. Концепция РМСОЗН не требует в большинстве случаев непосредственного контакта пациентов и врачей, однако предусматривает обязательное наличие амбулаторного или фельдшерского пункта в каждом поселении (либо на несколько близлежащих поселений), включенном в систему охраны здоровья населения. На базе этих небольших медицинских подразделений разворачиваются локальные центры сбора медицинских данных пациентов ЛЦ СМДП нижнего (первого) уровня РМСОЗН. Эти локальные центры осуществляют мониторинг, сбор, накопление, первичную обработку медицинских данных, характеризующих состояние здоровья наблюдаемых жителей удаленных поселений региона.

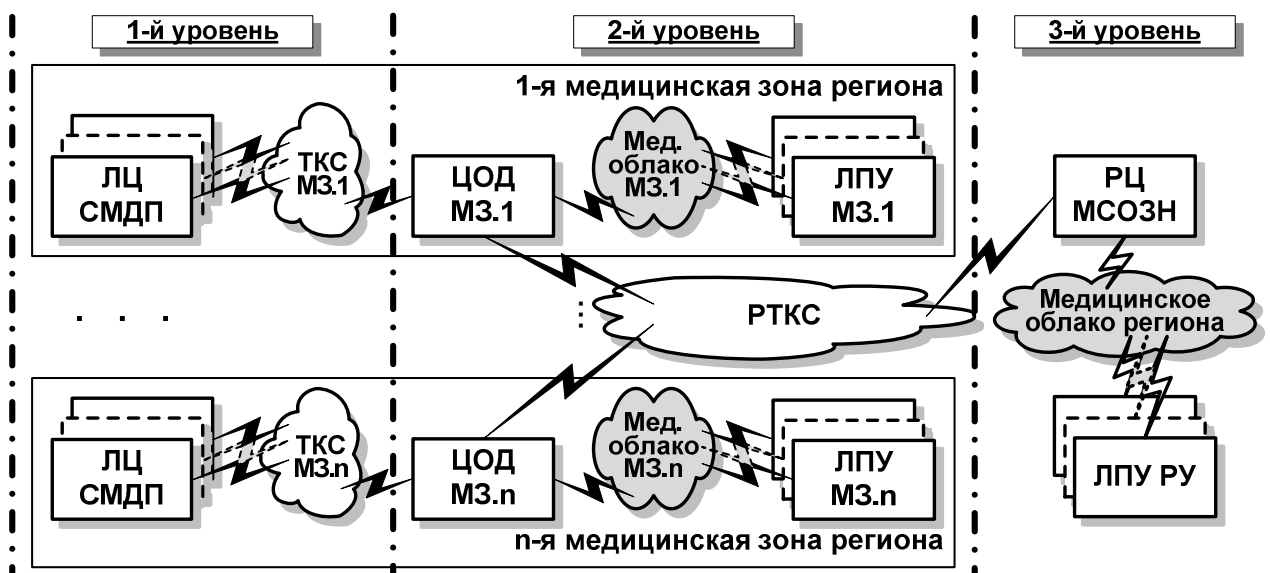


Рис. 1. Концептуальная модель инфраструктуры региональной мобильной системы охраны здоровья населения малых и удаленных поселений.

Условные обозначения:

- ЛЦ СМДП** – локальные центры сбора медицинских данных пациентов;
- ТКС МЗ.1 ... .n** – телекоммуникационные системы медицинских зон;
- ЦОД МЗ.1 ... .n** – центры обработки данных медицинских зон РМСОЗН;
- ЛПУ МЗ.1 ... .n** – лечебно-профилактические учреждения медицинских зон;
- РТКС** – региональная телекоммуникационная система;
- РЦ МСОЗН** – региональный центр МСОЗН;
- ЛПУ РУ** – лечебно-профилактические учреждения регионального уровня.

Средний уровень РМСОЗН состоит из зональных центров обработки данных ЦОД МЗ соответствующих медицинских зон региона и лечебных учреждений ЛПУ МЗ, обслуживающих эти зоны. Зональные центры ЦОД МЗ обеспечивают накопление и хранение медицинских сведений, полученных посредством любых доступных в пределах зон телекоммуникационных систем (ТКС МЗ) от локальных центров нижнего уровня, их оперативную обработку, подключение через «медицинское облако» соответствующей зоны к АРМ врачей в зональных ЛПУ МЗ, а при необходимости, через региональную телекоммуникационную сеть РТКС, к медицинским службам третьего уровня РМСОЗН.

Верхний или третий уровень РМСОЗН включает региональный центр РЦ МСОЗН, обеспечивающий координацию работы медицинских зон, «медицинское облако» региональных медицинских служб, а также специализированные и универсальные ЛПУ регионального уровня. Последние задействуются в тех случаях, когда организуется консультационное обращение от зональных цен-

тров ЦОД МЗ через «медицинское облако» региона к врачам-специалистам ЛПУ регионального уровня или, в сложных медицинских случаях, проводится виртуальный консилиум врачей зонального и регионального уровней.

Информация о физиологическом состоянии жителей удаленных поселков поступает в локальные центры ЛЦ СМДП, расположенные в этих же поселениях, от мобильных, переносных или стационарных информационно-измерительных комплексов мониторинга медицинских параметров организмов наблюдаемых пациентов. Получая в реальном времени или близком к нему сведения о состоянии организмов пациентов, можно эффективно реализовать концепцию персонифицированного упреждающего здравоохранения [10] и оперативно реагировать на изменения состояния здоровья больных, что особенно актуально при выявлении предкризисных и критических состояний их организмов, и своевременно предпринять лечебные действия под непосредственным контролем медицинского персонала амбулаторного (фельдшерского) пункта, при котором функционирует локальный центр ЛЦ СМДП, без доставки пациента в соответствующие зональные ЛПУ МЗ. Для этого предусматривается оснащение каждого локального центра ЛЦ СМДП компактным комплексом лечебного оборудования и соответствующим лекарственным обеспечением с учетом наиболее распространенных заболеваний в обслуживаемом населенном пункте.

### **3. Инфраструктура локальных центров РМСОЗН**

Инфраструктура локальных центров ЛЦ СМДП изображена на рис.2.

Компактные комплексы медицинских информационно-измерительных средств КМИИС (мобильных МК МИИС, переносных НК МИИС, стационарных СК МИИС), основанных на технологиях «sensor-on-a-chip» и «laboratory-on-a-chip» [5,6], обеспечивают скрининг функционального состояния организмов наблюдаемых пациентов; модули сопряжения МСМК с ними обеспечивают преобразование собранных медицинских данных о наблюдаемых пациентах в информационные массивы единых форматов, которые в дальнейшем накапливаются и подвергаются первичной обработке в модуле накопления МНПОМД.

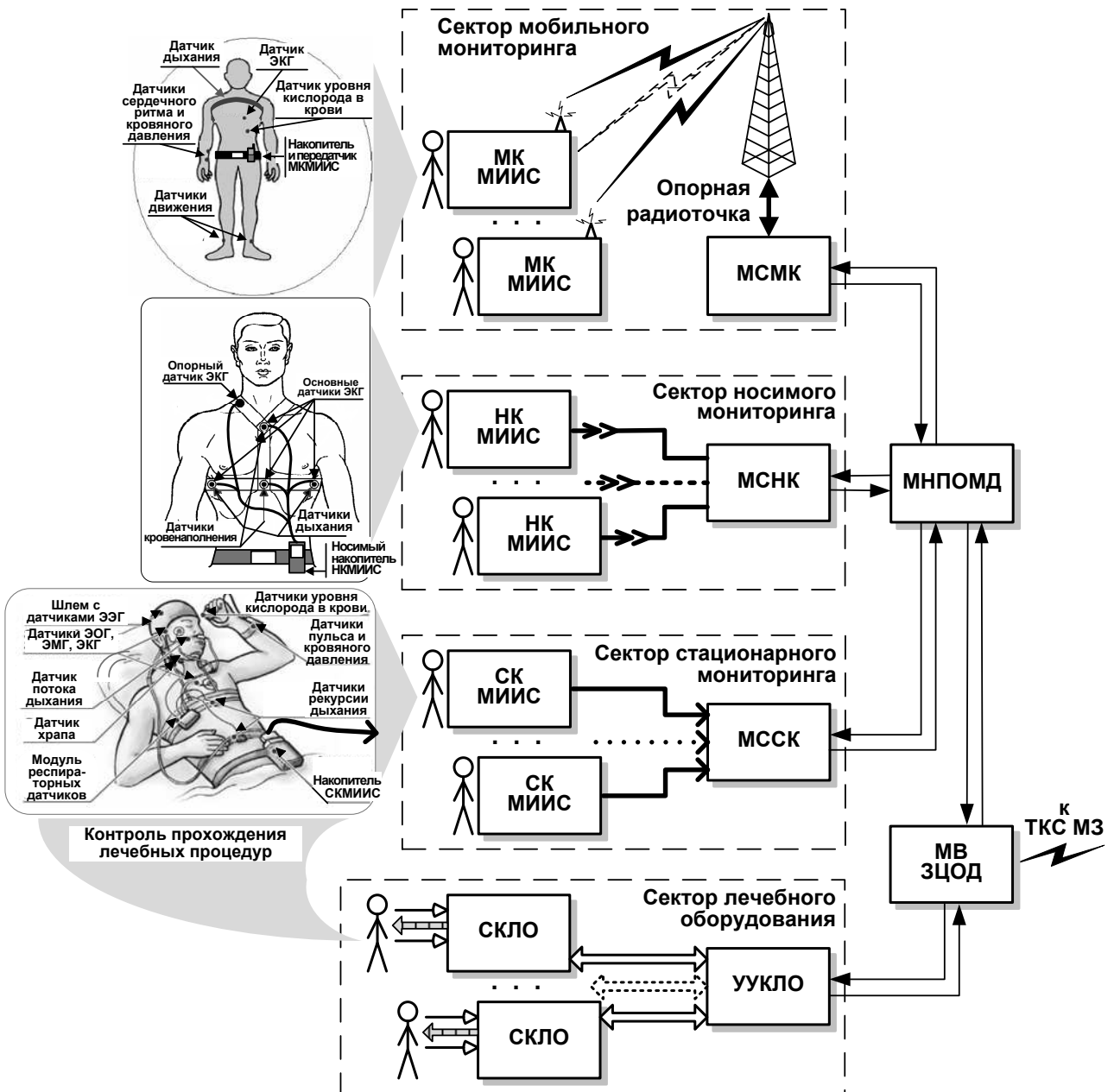


Рис. 2. Инфраструктура локального центра сбора медицинских данных пациентов РМСОЗН.

Условные обозначения:

- КМИИС** – комплексы медицинских информационно-измерительных средств (МК МИИС – мобильные, НК МИИС – носимые, СК МИИС – стационарные);
- МСМК** – модуль сопряжения с мобильными комплексами МК МИИС;
- МСНК** – модуль сопряжения с носимыми комплексами НК МИИС;
- МССК** – модуль сопряжения со стационарными комплексами СК МИИС;
- МНПОМД** – модуль накопления и первичной обработки медицинских данных;
- СКЛО** – стационарные комплексы лечебного оборудования;
- УУКЛО** – устройство управления комплексами лечебного оборудования;
- МВ ЗЦОД** – модуль взаимодействия с зональным центром обработки данных.

Оборудование контроля физиологического состояния организма пациента КМИИС могут использоваться в следующих конфигурационных режимах:



✓ В режиме реально-временного дистанционного мониторинга с помощью средств мобильного контроля физиологического состояния пациентов, МК МИИС, взаимодействующих с локальным центром сбора медицинской информации по радиоканалу.

✓ В режиме время-интервального (например, суточного) автономного мониторинга с помощью переносимых средств контроля физиологических характеристик индивидуума НК МИИС с накоплением в них текущих показателей жизнедеятельности пациентов, с оперативной и/или последующей обработкой собранных медицинских данных по завершении сеанса мониторинга.

✓ В режиме краткосрочного или долговременного мониторинга с помощью средств стационарного комплекса СК МИИС контроля жизненных функций организма пациента, развернутого в амбулаторном или фельдшерском пункте, на базе которого разворачивается локальный центр РМСОЗН.

Включение в состав локальных центров компактных стационарных комплексов лечебного оборудования СКЛЮ позволяет приблизить лечебный процесс непосредственно к месту жительства больного и организовать замкнутый контур связи между врачом и пациентом в дистанционном режиме, когда реализация лечебных процедур посредством оборудования СКЛЮ оперативно контролируется средствами стационарного измерительного комплекса СК МИИС. При необходимости комплекс СКЛЮ может быть развернут непосредственно на дому у больного с организацией дистанционного мониторинга его состояния с помощью мобильного комплекса измерительных средств МК МИИС и дистанционного управления СКЛЮ по мобильному каналу. Такой подход к организации охраны здоровья населения региональной «глубинки» в явном виде соответствует методологии «hospital-at-home» [5].

Использование же для реализации инфраструктуры РМСОЗН мобильных и телекоммуникационных технологий позволяет организовать оперативную дистанционную обратную связь между лечащими врачами, находящимися в зональных ЛПУ, и наблюдаемыми пациентами без непосредственного контакта между больными и врачами.

#### 4. Информационное пространство РМСОЗН

Предлагаемая инфраструктура региональной мобильной системы охраны здоровья населения РМСОЗН малых и удаленных поселений (рис. 1) объединяет на базе общего информационного пространства зональных «медицинских облаков» и «медицинского облака региона», телекоммуникационных систем медицинских зон ТКС МЗ.1 ... .n и региона РТКС, набора информационных технологий и специализированных программных приложений для обработки и интерпретации медицинских данных все основные компоненты системы здравоохранения. Информационное пространство при этом обеспечивает сбор более полной медицинской информации о пациентах, проживающих вдали от зональных и региональных ЛПУ, гарантирует более глубокий анализ собранных медицинских ведений, существенно автоматизирует труд медицинского персонала и максимально приближает лечебный процесс к месту жительства больных.

В организационно-техническом плане все заинтересованные субъекты и структуры общего информационного пространства РМСОЗН объединяются на базе зональных центров обработки данных ЦОД МЗ и регионального центра РЦ МСОЗН, как главного координатора системы охраны здоровья населения региона. Источники первичных данных, базовые прикладные, инфраструктурные и системно-ключевые функции, а также основные потребители данных РМСОЗН, образующие информационное пространство, приведены на рис. 3.

Заметим, что представленная на рис. 3 инфраструктура информационного пространства персонифицирована, т.е. отражает состав сущностей (субъектов, функций, объектов, источников и потребителей медицинских данных и услуг), сосредоточенных вокруг каждого субъекта наблюдения – жителя удаленного населенного пункта. Естественно, полное информационное пространство РМСОЗН включает информационные и инфраструктурные отображения всех жителей «глубинки» региона, охваченных системой охраны здоровья РМСОЗН.

Источниками первичных сведений о состоянии здоровья населения удаленных деревень и сел являются амбулаторно-поликлинические учреждения 1-го уровня (амбулаторные и фельдшерские пункты, локальные центры ЛЦ СМДП);

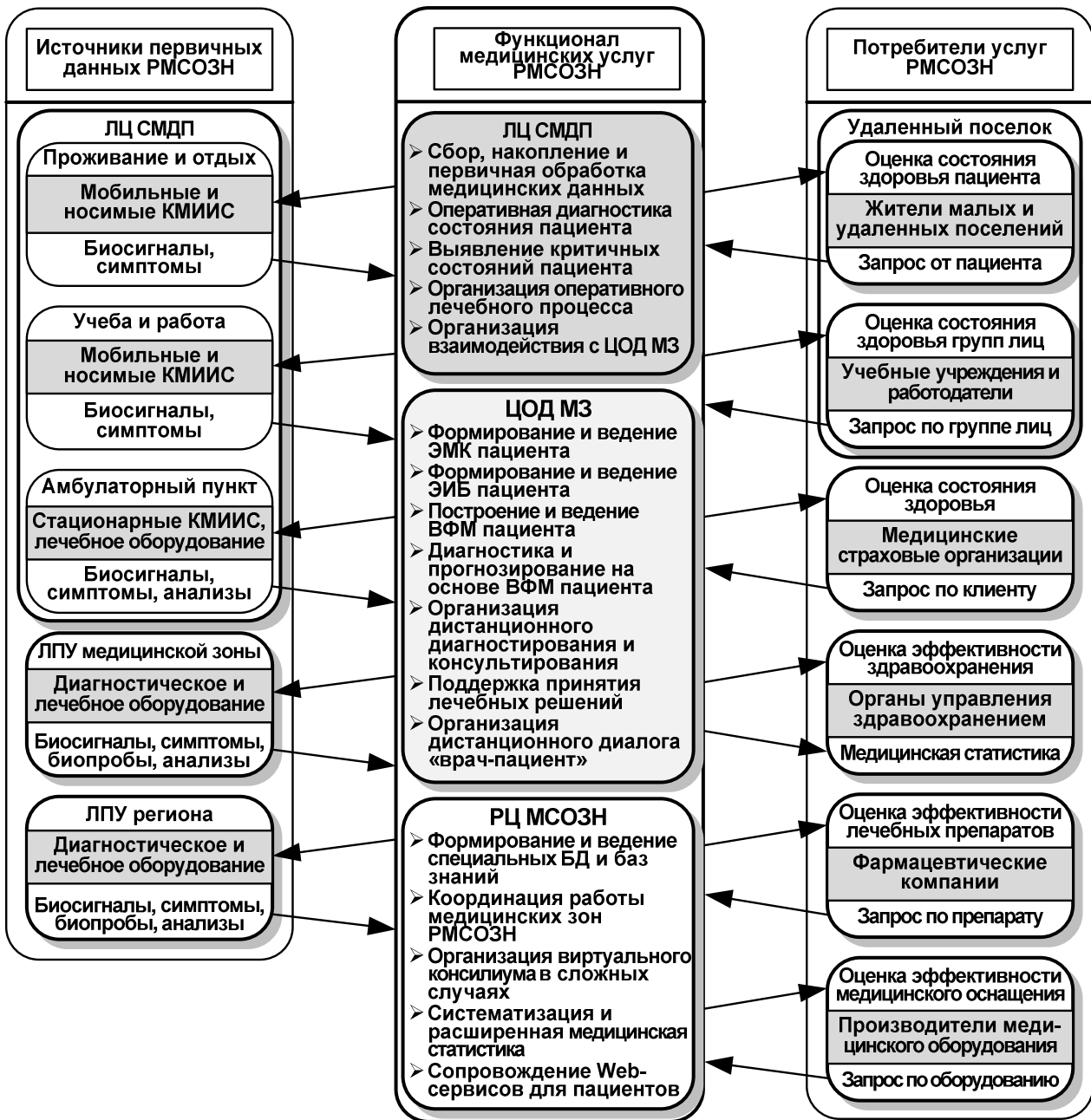


Рис. 3. Информационное пространство РМСОЗН (персонифицированное).

поликлинические, универсальные и специализированные медицинские учреждения 2-го и 3-го уровней медицинских зон ЛПУ МЗ; лечебные организации 4-го уровня регионального масштаба ЛПУ РУ.

Медико-информационный функционал уровней РМСОЗН зависит от лечебно-профилактической направленности и медико-информационной специализации субъектов и структур системы здравоохранения, задействованных на соответствующих уровнях.

На нижнем уровне, уровне локальных центров ЛЦ СМДП, функционал медицинских услуг сосредоточен на пациентах-жителях удаленных поселений

региона, на оперативном контроле состояния их организмов, на организации своевременного медицинского воздействия (медикаментозного либо физиотерапевтического) на больных в случае возникновения критических ситуаций с их здоровьем и на обеспечении взаимодействия с зональным центром обработки данных ЦОД МЗ.

Функционал медицинских услуг среднего уровня РМСОЗН, уровня межмуниципальных ЛПУ медицинских зон, ориентирован на обеспечение долговременного медико-информационного сопровождения персонифицированных баз данных медицинского назначения – электронных медицинских карт (ЭМК) и историй болезней (ЭИБ), виртуальных физиологических моделей (ВФМ) жителей населенных пунктов, находящихся в области ответственности соответствующих медицинских зон, а также на организацию дистанционного общения и взаимодействия врачей зональных ЛПУ МЗ с субъектами и объектами первого уровня своих зон.

Третий или верхний уровень РМСОЗН в функциональном плане направлен на реализацию медико-информационных услуг по координации работы подсистем РМСОЗН, по информационному сопровождению специализированных медицинских баз данных и знаний, в т.ч. медико-статистического назначения, по организации виртуального врачебного консилиума в особо сложных медицинских случаях, по предоставлению разнообразной информации о здоровье населения «глубинки» региона и эффективности функционирования РМСОЗН физическим и юридическим субъектам и иным потребителям.

Таким образом, информационное пространство РМСОЗН представляет собой сложную иерархическую многомерную среду, в которой каждый уровень характеризуется своими информационными, аналитическими, медицинскими, диагностическими, лечебными, коммуникационными, системными задачами; собственными наборами информационных технологий и программных приложений, обеспечивающими обработку и интерпретацию медицинской и иной информации, циркулирующей на соответствующем уровне; персональными

функционалами и компетенциями, необходимыми для реализации назначения РМСОЗН.

Известно [10], что оценка состояния человека в системах биомониторинга его здоровья может выполняться разными способами:

- ✓ Под наблюдением лечащего врача.
- ✓ На основе анализа контролируемых параметров (норма – патология).
- ✓ Автоматизировано по виртуальной физиологической модели пациента.

Применительно к условиям РМСОЗН для жителей удаленных поселений первый способ (под наблюдением лечащего врача) реализуется в дистанционном режиме с предпочтительным использованием стационарных измерительных комплексов СК МИИС. Второй способ оценки здоровья пациента (на основе врачебного или автоматического анализа контролируемых параметров его организма) целесообразно задействовать совместно с мобильными МК МИИС (при оперативной диагностике состояния пациента) либо с переносными НК МИИС (при отсроченном детальном изучении массивов собранной медицинской информации) медицинскими измерительными комплексами. Третий способ (по ВФМ пациента) не требует непрерывного контроля со стороны врача, зачастую реализуется в фоновом режиме при условии постоянного автоматического контроля ВФМ и он эффективен с любыми средствами мониторинга физиологического состояния пациента – мобильными МК МИИС, носимыми НК МИИС, стационарными СК МИИС измерительными комплексами.

Виртуальная копия или ВФМ пациента, построенная посредством математических моделей элементов и подсистем организма, описывает деятельность физиологических систем человека и представляет собой его виртуальный физиологический образ [11]. Для эффективного использования виртуальных моделей пациентов, проживающих в региональной «глубинке», поддержания ВФМ в актуальном состоянии в системе охраны здоровья населения целесообразно задействовать «медицинское облако».

Организация «медицинского облака» в каждой из медицинских зон региона, а также в на территориальном уровне создает основу для циркуляции в

информационном пространстве РМСОЗН всех данных о состоянии здоровья людей региона и предоставляет возможность медицинским специалистам получить данные не только о текущем состоянии здоровья жителей удаленных населенных пунктов, но и медицинские сведения от зональных и региональных ЛПУ, в которых жители «глубинки» получали/получают медицинскую помощь в течение жизни (женские консультации, родильные дома, детские и взрослые поликлиники, специализированные центры/диспансеры, стационары разных уровней). В общем случае, ВФ-модель пациента позволяет уже в процессе био-мониторинга текущего состояния здоровья населения региональной «глубинки» средствами РМСОЗН обеспечить учет влияния многочисленных взаимодействующих внешних и внутренних биологических (в т.ч. наследственных), социальных, медицинских и экосистемных факторов (рис. 4).

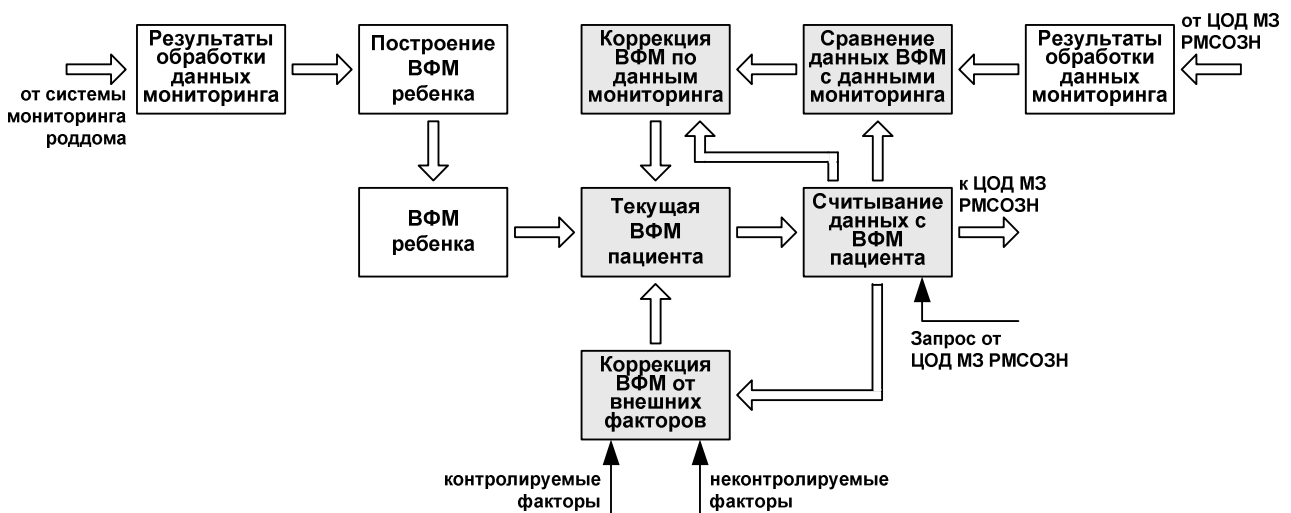


Рис. 4. Цикл формирования и взаимодействия с ВФ-моделью пациента.

Это обеспечивает полную преемственность наблюдений пациентов-жителей удаленных поселений региона и создает условия для практической реализации концепции «континуума переходных состояний организма», под которым согласно [12] понимается «... непрерывный (на молекулярном уровне) процесс изменений, который характеризуется отсутствием четких границ на этапах: норма реакции — функциональные отклонения — пограничные состояния — хронические заболевания», и осуществления донозологической диагностики [13] состояния организма человека до проявления патологий.

## 5. Обеспечение интероперабельности инфраструктуры РМСОЗН

РМСОЗН изначально строится как интеграционная инфраструктурная среда, объединяющая в большей части своей существующие в регионе телекоммуникационные системы и информационные компоненты медико-информационного и медико-кибернетического назначения, а именно АРМ врачей, медицинских специалистов среднего звена и администраторов ЛПУ; медико-статистические, медико-технологические, медико-управленческие компоненты существующих информационных систем и технологий; медицинские web-приложения; регистрационные и лечебно-профессиональные базы данных; специализированные базы знаний для здравоохранения; файлы данных и прочие информационные элементы и подсистемы. Для такой гетерогенной информационной среды характерны следующие проблемные ситуации [14]:

✓ Организация функционирования инфраструктурных компонентов в условиях информационной и реализационной неоднородности, распределенности и автономности информационных ресурсов среды. Информационная неоднородность ресурсов проявляется в разнообразии их прикладных контекстов, видов данных, интерфейсов представления последних. Реализационная неоднородность информационных источников обусловлена разнообразием компьютерных платформ, разнородностью средств управления базами данных, множеством модельных представлений данных и знаний, многообразием операционных систем и пр.

✓ Объединение в интегрированную среду от относительно простых, почти автономных компьютеризированных рабочих мест в локальных центрах ЛЦ СМДП нижнего уровня РМСОЗН до корпоративных информационных систем зональных и региональных ЛПУ и распределенных телемедицинских систем. Различия в масштабности средств информатизации деятельности медицинских специалистов на разных уровнях РМСОЗН зачастую сопровождают отличия во внутренних представлениях данных программных систем информатизации и правилах информационного обмена между ними.

✓ Наследование существующих информационных систем и технологий

при интеграции их в единое информационное пространство РМСОЗН. Использование при этом, в силу необходимости построения РМСОЗН на базе существующей телекоммуникационной и информационной инфраструктуры региона, частично «устаревших» информационных технологий, архитектурных решений, компьютерных платформ, зачастую слабо приспособленных к эффективной миграции в новые инфраструктурные конструкции.

✓ Слабая приспособленность отдельных программных систем разных уровней РМСОЗН к реинжинирингу технологии обработки информации на разных этапах жизненного цикла ее существования. Зачастую программные средства, доставшиеся в наследство от объединяемых в инфраструктуру РМСОЗН существующих информационно-технологических ресурсов медицинских зон и региона, сконструированы как монолитные программные образования, не позволяющие реконструировать их произвольные составляющие при сохранении целостности системы.

Все перечисленное приводит к необходимости нахождения такого системно-технического решения, которое позволяет «соединить» разноформатные, разномасштабные, разноплатформенные, неоднородные по архитектурным и технологическим реализациям информационные компоненты в единую эффективно функционирующую информационную среду. Здесь, естественно, основополагающим принципом реинжиниринга существующих телекоммуникационных, информационных и иных инфраструктурных компонентов, интегрируемых в РМСОЗН, является принцип интероперабельности [14].

Поскольку основой информационной инфраструктуры РМСОЗН является единое информационное пространство медико-персонифицированного назначения, то в качестве базового технологического решения для обеспечения интероперабельности инфраструктуры РМСОЗН следует принять технологии CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support) [15] при условии рассмотрения предметной области (среды РМСОЗН) с позиции жизненного цикла информационных объектов или медико-информационных услуг, важнейшей из которых является сопровождение электронных историй болезней и медицинских карт



пациентов-жителей удаленных поселений, а также их виртуальных физиологических моделей.

В этом случае поддержание в информационном пространстве РМСОЗН единых, стандартных правил хранения, обновления, поиска и передачи информации, обеспечивает стандартизованный электронный обмен данными с использованием стандартных протоколов взаимодействия между всеми участниками жизненного цикла персонифицированных медицинских данных – пациентами-источниками информации, операторами-обработчиками, специалистами-диагностами и аналитиками, субъектами-потребителями данных. Такой подход также предполагает, что однажды созданная информация хранится в интегрированной информационной среде РМСОЗН, не дублируется, не подвергается каким-либо перекодировкам в процессе обмена, сохраняет актуальность и целостность.

Стандартизация электронного обмена при этом может быть обеспечена, например, посредством применения для представления, хранения и распространения биотехнических, физиологических, медицинских и смежных упорядоченных данных языка XML (eXtensible Markup Language – расширяемый язык разметки) [16], который позволяет структурировать информацию разного типа, используя для этого произвольный набор инструкций. Заметим, что в силу того, что в формате XML изначально предусмотрены средства форматирования и обеспечения корректной визуализации данных, заметно облегчается решение задачи отображения биомедицинской информации на экране монитора. Другим достоинством формата XML является то, что XML-документы записываются почти как обычный текст. Также важным достоинством XML является его приспособленность к использованию в качестве физического транспорта Интернет-протоколов прикладного уровня HTTP (Hypertext Transfer Protocol) или HTTPS (HTTP over SSL – secure sockets layer). Это позволяет организовать «нежесткое связывание» взаимодействующих информационных систем на основе пересылки сообщений в виде XML-документов и делает возможным использование для просмотра и редактирования XML-сообщений стандартных

Web-приложений, являющихся в настоящее время обязательными компонентами любого компьютера, при этом для организации информационного взаимодействия со специализированными программными биомедицинскими системами, системами управления баз данных, медико-технологическими информационными средствами, АРМ врачей и операторов медицинских служб требуется наличие умеренно-сложного Web-конвертора, обеспечивающего перекодировку формата XML-сообщений во внутренний формат данных приложения на конечной рабочей станции и обратно. Такой подход в целом хорошо ложится на модель интероперабельности информационных систем в здравоохранении, рассмотренную в работе [17], приводя в конечном итоге в четырех-уровневую модельному отображению (рис. 5) интероперабельности информационной инфраструктуры региональной системы здравоохранения РМСОЗН.



Рис. 5. Уровни модели интероперабельности инфраструктуры РМСОЗН.

В блоках модели «Медико-информационные услуги», «Клинические информационные модели», «Клинические документы», «Телекоммуникационные сервисы» отмечены основные объекты, которые рассматриваются на каждом из уровней. В блоках «Стандарты и региональные акты по информатизации медицины», «Клинические термины SNOMED CT» (Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms), «Язык XML», «Стек протоколов TCP/IP» перечислены основные механизмы, стандарты, структуры, с помощью которых достигается интероперабельность на соответствующих уровнях.

Заметим, что здесь SNOMED CT обеспечивает согласованность форм медико-информационного обмена и упорядочивание содержимого электронных медицинских записей. Номенклатура SNOMED CT ограничивает вариативность

способов записи, кодирования и применения клинических данных, и, тем самым, оказывает положительное влияние на достижение семантической интероперабельности электронных медицинских записей.

Обеспечение же организационной согласованности медико-информационных услуг, предоставляемых информационной средой РМСОЗН ее конечным пользователям – населению (пациентам), фельдшерам, медицинским специалистам среднего звена, операторам медицинских служб и центров обработки медицинских данных, медицинским статистикам, врачам, руководящим работникам системы регионального здравоохранения достигается нормативно-правовыми методами, использующими как существующие федеральные законодательные акты (например, такие как ГОСТ Р 52636-2006 «Электронная история болезни. Общие положения.» или ГОСТ Р ИСО/ТС 18308-2008 «Информатизация здоровья. Требования к архитектуре электронного учета здоровья.»), определяющие базовый состав электронных медицинских услуг, так и региональные нормативно-правовые акты по информатизации здравоохранения, расширяющие стандартизованный на федеральном уровне перечень медико-информационных услуг до того состава, который соответствует назначению и медико-информационному функционалу создаваемой региональной мобильной системы здравоохранения РМСОЗН.

## **6. Заключение**

Итак, завершая обсуждение вопроса построения региональной мобильной системы охраны здоровья населения РМСОЗН малых и удаленных поселений отметим, что предлагаемая концепция организации контроля за здоровьем жителей «глубинки» и предоставления им (в большинстве случаев) своевременной медицинской помощи в условиях повсеместной оптимизации и диверсификации, прежде всего, сети лечебных учреждений 2-го и 3-го уровней, позволяет существенно снизить негативные социальные последствия отмеченной реорганизации и реструктуризации системы регионального здравоохранения. Внедрение подсистем и компонентов рассмотренной системы здравоохранения

РМСОЗН даже на территории отдельных медицинских зон, т.е. на первом и втором ее уровнях, с использованием действующих зональных телекоммуникационных систем связи, существующих информационных систем и технологий в зональных медицинских службах и лечебных учреждениях 1-го, 2-го и 3-го уровней не требует кардинальной перестройки имеющейся информационной инфраструктуры системы здравоохранения и существенных финансовых вливаний. Требуется только умеренное дооснащение амбулаторных или фельдшерских пунктов поселений до уровня локальных центров ЛЦ СМДП, доработка информационных технологий и организация интероперабельного информационного взаимодействия между структурными частями разворачиваемой РМСОЗН в урезанном зональном формате или в полном объеме.

Важным следствием развертывания РМСОЗН и дистанционного мониторинга физиологического состояния конкретных жителей удаленных поселений с помощью мобильных медицинских измерительных комплексов МК МИИС, регулярная экспресс-оценка состояния их здоровья с помощью переносных НК МИИС или стационарных СК МИИС средств контроля медицинских параметров организма позволяет в явном виде реализовать принцип **ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ** здравоохранения в отношении населения «глубинки», в т.ч. осуществить донологическую диагностику [13], позволяющую определить изменение состояния организма человека до проявления патологий. Это позволяет воплотить принцип **ПРЕДИКАТИВНОСТИ (ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНОСТИ)** медицины в отношении построения прогнозов развития заболеваний у определенных пациентов-жителей удаленных населенных пунктов и, как следствие этого, организовать своевременное упреждающее лечебное воздействие на организмы таковых пациентов с целью предотвращения появления у них прогнозируемых заболеваний, реализуя тем самым принцип **ПРЕВЕНТИВНОСТИ (ПРОФИЛАКТИКИ)**. Наконец, включая пациента в процесс контроля состояния своего здоровья, превращая больного из пассивного созерцателя состояния своего организма и процесса его лечения в активного участника лечебного процесса за счет организации дистанционного сотрудничества врачей-специалистов и наблюдаемого пациен-

та, появляется возможность реализовать принцип **ПАРТИЦИПАТИВНОСТИ (ПРИЧАСТНОСТИ, ПАРТНЕРСТВА)**. Все упомянутые принципы есть не что иное, как составляющие концепции медицины 21-го века – **4П-МЕДИЦИНЫ (ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ, ПРЕДИКАТИВНОСТЬ, ПРЕВЕНТИВНОСТЬ, ПАРТИЦИПАТИВНОСТЬ)** [8], сформированной в 2008 году профессором Лерой Худом, руководителем Института системной биологии (США).

Таким образом, внедрение рассмотренной в настоящей статье региональной мобильной системы охраны здоровья населения РМСОЗН малых и удаленных поселений на территории регионов, где происходит реструктуризация и оптимизации системы здравоохранения, позволяет посредством привлечения относительно малых дополнительных ресурсов (финансовых, информационных, системных, кадровых) перевести существующую региональную систему здравоохранения в новое состояние, соответствующее самому передовому ее уровню – уровню реализации эффективной ранней диагностики и своевременности оказания врачебной помощи пациенту, уровню высокого качества медицинского обслуживания населения.

### Литература

1. Государственная программа Псковской области "Развитие здравоохранения на 2014-2020 годы" (с изменениями на: 15.12.2015), утвержденная Постановлением Администрации Псковской области от 28.10.2013 № 488. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/462703933>. [Дата обращения: 16.06.2016].
2. Государственная программа Сахалинской области «Развитие здравоохранения в Сахалинской области на 2014 - 2020 годы» (с изменениями на: 24.03.2016), утвержденная Постановлением Правительства Сахалинской области от 31.05.2013 № 281. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/460151544>. [Дата обращения: 17.06 2016].
3. Государственная программа республики Тыва "Развитие здравоохранения на 2013 - 2020 годы" (с изменениями на: 12.02.2015), утвержденная Постановлени-

- ем Правительства республики Тыва от 30.04.2013 № 250. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/460180091>. [Дата обращения: 18.06 2016].
4. Иванинский О.И. Программно-территориальный подход к оптимизации системы оказания неотложной, скорой и экстренной медицинской помощи сельскому населению (на примере Новосибирской области) // Медицина и образование в Сибири. 2015, № 5. [Электронный ресурс]. URL: [http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text\\_full.php?id=1558](http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1558). [Дата обращения: 18.06 2016].
  5. Winters J., Wang Y. Wearable Sensors and Telerehabilitation // IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine. 2003. № 3. Pp. 56-65.
  6. Blankenstein G., Larsen U.D. Modular concept of a laboratory on a chip for chemical and biochemical analysis // Biosensors & Bioelectronics. 1998. – Vol. 13. №. 3-4. – PP. 427-438.
  7. Dmitriev N.V., Glazachev O.S. Individual health and polyparametrical diagnostics of functional conditions of an organism (system and information approach). – М: Medicine, 2000. – 214 p.
  8. Герасименко Н.Ф. 4П Медицина – новое направление развития здравоохранения // Федеральный справочник. Здравоохранение России. 2012. – Т. 13. – С. 93–96.
  9. Белов В.С., Самаркин А.И., Коваленок Л.В. Инфраструктура мобильной системы охраны здоровья жителей малых и удаленных населенных пунктов // Труды X всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения». 2015. – Т.10, ч.1. – С. 375-377.
  10. Булдакова Т.И., Суятинов С.И., Миков Д.А. Анализ информационных рисков виртуальных инфраструктур здравоохранения // Информационное общество. 2013. – Вып. 4. – С. 41-51.
  11. Анищенко В.С., Булдакова Т.И., Довгалецкий П.Я. и др. Концептуальная модель виртуального центра охраны здоровья населения // Наука и образование. 2012. – № 8. – С.527-542.

12. Кобринский Б.А. Континуум переходных состояний организма и мониторинг динамики здоровья детей. – М.: Детстомиздат, 2000. – 155 с.
13. Баевский Р.М., Казначеев В.П. Диагноз донозологический // М.: БМЭ, 1978. – Т. 7. – С. 253-255.
14. Брюхов Д.О., Задорожный В.И., Калиниченко Л.А., Курошев М.Ю., Шумилов С.С. Интероперабельные информационные системы: архитектуры и технологии // Системы управления базами данных. 1995. – № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osp.ru/data/www2/dbms/1995/04/41.htm>. [Дата обращения: 18.06 2016].
15. Евдонин Е.С. Реализация инвариантных принципов CALS-технологий для информационной интеграции жизненного цикла истории болезни // Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. 2010. – № 12. [Электронный ресурс]. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/dec10/5/text.pdf>. [Дата обращения: 18.06 2016].
16. Одиноккина С.В. Основы технологий XML. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 56с.
17. Каменщиков А.А. Интероперабельность в области e-health // Информационные технологии и вычислительные системы. 2009. – № 5. – С. 61-71.