

**А. А. Кухтичев**

*Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)  
Волоколамское шоссе, 4, Москва, А-80, ГСП-3, 125993, Россия*

*a.kukhtichev@mail.ru*

## **ЭЛЕКТРОННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ КАРТА КАК ОСНОВА СЕРВИСОВ ЦИФРОВОЙ МЕДИЦИНЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ЦИФРОМЕД»**

Представлен системный подход к созданию Web-сервисов цифровой медицины в авиации и космонавтике на основе методов и технологий биологической обратной связи (БОС), а также проведен анализ рынка электронных медицинских карт (ЭМК) в странах мира. Основное внимание направлено на описание архитектуры ЭМК информационной системы «ЦифроМед», которая после ее реализации позволит в режиме реального времени контролировать состояние здоровья летных экипажей и авиадиспетчеров (т. е. именно тех пользователей системы, от которых зависит безопасность полетов).

*Ключевые слова:* цифровая медицина, ЦМ, электронная медицинская карта, ЭМК, ЦифроМед, носимые устройства микроэлектроники, НУМ.

### **Введение**

Разработка и внедрение электронной медицинской карты (ЭМК) как один из проектов в системе здравоохранения получили поддержку во многих странах Европейского союза и США. Это связано в первую очередь со стремительной информатизацией общества и доступностью сети Интернет. В Российской Федерации проектирование ЭМК также является актуальной задачей.

В РФ насчитывается 27 тысяч медицинских учреждений, из которых большинство являются частными; в 2014 г. доля частных клиник составила 71,1 % от общего числа медучреждений в стране. В таком многообразии медицинских учреждений основная проблема – взаимодействие между медицинскими работниками и пациентами. В тоже время ЭМК разработана и широко используется во многих медучреждениях, однако во многих из них сохранились и «бумажные носители информации».

В статье проведен анализ существующих зарубежных аналогов ЭМК, представлена информационная архитектура ЭМК с использованием НУМ'сов и методов БОС при помощи информационной системы «ЦифроМед» для контроля состояния организма космонавтов, пилотов, штурманов и авиадиспетчеров, а также для оказания необходимой медицинской помощи в экстренных ситуациях.

В основе цифровой медицины (ЦМ) как нового направления развития здравоохранения в XXI в. лежат методы биологической обратной связи (БОС) с человеком, как биологическим объектом управления, на основе измерения его параметров жизнедеятельности (частоты сердечных сокращений, артериального давления, мышечной силы и др.). Научной базой для создания методов БОС стали фундаментальные исследования механизмов регуляции физио-

логических процессов у человека и животных. Значительный вклад в развитие медицинских знаний внесли российские ученые-физиологи И. М. Сеченов, И. П. Павлов и И. Ф. Толочинов – создатели теории условных рефлексов [1–3]. Затем в XX в. продолжателями теории условных рефлексов стали К. М. Быков [4] (теория кортико-висцеральных связей) и П. К. Анохин [5] (теория функциональных систем), а также Н. П. Бехтерева [6] (теория устойчивых патологических состояний).

Благодаря развитию инфокоммуникационных технологий (ИКТ) появилась возможность не только предоставлять пользователям обратную связь в виде графиков и звуковых сигналов, но и создавать полноценные пользовательские интерфейсы (GUI), в том числе игровые сюжеты, управление которыми также основано на технологиях БОС. Одно из главных направлений развития технологий БОС в рамках цифровой медицины связано с биосенсорами, датчиками первичной информации и носимыми устройствами микроэлектроники (НУМ), которые позволяют пользователям БОС-системы контролировать состояние своего организма.

### **Анализ рынка электронных медицинских карт**

Объем мирового рынка здравоохранения в 2014 г. превысил триллион долларов и наиболее быстрорастущим сегментом стал рынок медицинских информационных систем (МИС) и технологий цифровой медицины (ЦМ) <sup>1</sup>. Одним из главных направлений развития этого рынка считаются проекты внедрения ЭМК, а также систем поддержки принятия решений (СППР) в области здравоохранения, способных повысить эффективность диагностических и терапевтических процедур.

Наибольших успехов в переходе на технологии ЭМК за последние годы добилась Дания, начинавшая движение в данном направлении около 15 лет назад. Все медицинские учреждения в этой стране компьютеризированы и используют технологию ЭМК. Лечащий врач получает доступ к ЭМК пациента из любого лечебно-профилактического учреждения страны. В настоящее время 95 % врачей общей практики имеют доступ к ЭМК своих пациентов <sup>2</sup>.

Швеция также реализует соответствующий пилотный проект и, начиная с апреля 2008 г., перешла к масштабному внедрению ЭМК, которые включают в свой состав контактную информацию и другие персональные данные пациентов, сведения о патологиях, хронических заболеваниях, аллергиях, результатах анализов, выписываемых ранее лекарствах.

В Португалии посредством единого медицинского портала граждане страны могут записаться на прием в любой из 400 национальных медицинских центров. Имеют возможность ознакомиться с перечнем предоставляемых услуг, с подробной информацией о специализации и квалификации врачей, а также изучить карту расположения и пути проезда к медицинскому учреждению. Кроме того, пациентам предоставляется полная информация о лекарственных препаратах и их наличии в аптеках.

В Австрии сегодня создается федеральная система ЭМК, регистр электронных медицинских документов, база данных лечебно-профилактических учреждений, система оформления электронных рецептов и общенациональный портал здоровья. Все эти системы призваны обеспечить повышение качества медицинского обслуживания и снизить «административную» нагрузку на медицинский персонал.

В Австралии реализован используемый совместно многими учреждениями здравоохранения электронный медицинский архив данных более 50 000 представителей коренного населения из отдаленных районов северной территории и других штатов страны (лето-осень 2012).

<sup>1</sup> Информационно-аналитический материал «Актуальные вопросы информатизации при реализации программ модернизации здравоохранения субъектов Российской Федерации». URL: <http://federalbook.ru/files/FSZ/SF/AnalitSpravka.doc> (дата обращения 04.12.2014).

<sup>2</sup> Электронные медицинские карты в европейских странах. URL: [www.aksimed.ru/download/center/present/europe.pdf](http://www.aksimed.ru/download/center/present/europe.pdf) (дата обращения 11.12.2014).

Болгария начинает использовать технологию ЭМК при создании национального медицинского портала. ЭМК будет представлять собой онлайн-хранилище, в которое могут загружаться не только электронные копии рецептов, заметок врачей, сведения об иммунизациях, но и рентгено- и электрокардиограммы. Решение о том, кому будет доступна информация из электронной медицинской карты, сегодня принимает сам пациент.

В США объем рынка ЭМК в 2010 г. составил 15,7 млрд долларов. Рост рынка ЭМК за 2009 г. составил 10 %, за 2010 г. – 13,6 %. Темпы ежегодного роста этого рынка в 2011–2014 гг. оцениваются в 18 %. Американские ученые провели исследования, посвященные влиянию технологий ЭМК на работу отделений медицинских учреждений<sup>3</sup>. Время пребывания пациентов в медицинских учреждениях, внедривших технологии ЭМК, снижается на 23 %, а время последующего лечения – на 13 %. В случае, если пользователь отказался от госпитализации, то время его пребывания в медучреждении уменьшается на 21 %. Установлено, что в больницах, где используются технологии ЭМК частично, время пребывания пациентов в отделениях скорой помощи увеличивается в среднем на 47 %. Таким образом, частичное применение ЭМК неэффективно.

Внедрение ЭМК на территории Российской Федерации планировалось в 2011–2012 гг., всех граждан РФ должны были перевести на ЭМК к 2014 г., а с 2015 г. все медучреждения страны должны были использовать технологии ЭМК. Все данные о пациенте врач мог бы получать из компьютера в любой точке РФ. Однако к настоящему времени внедрения ЭМК в медучреждениях не произошло. Информатизация здравоохранения, на которую потратили более 31 млрд рублей (10 % от этой суммы отпущено непосредственно на разработку ЭМК), не продвинула Россию в создании единой государственной информационной системы (ЕГИС)<sup>4</sup>. В Московском регионе в 2015 г. началось поэтапное внедрение ЭМК пациента в государственных поликлиниках Москвы, подключенных к единой медицинской информационно-аналитической системе (ЕМИАС)<sup>5</sup>.

### **Разработка технологии ЭМК системы «ЦифроМед»**

Первым шагом на пути к информатизации здравоохранения страны стало формирование единой электронной системы регистрации пациентов. При ее развитии такая система должна будет обеспечивать доступ врачей и медицинского персонала к данным пациента, содержащимся в ЭМК, независимо от того, где и когда был зарегистрирован данный пациент. В настоящее время ощущается существенный недостаток в медицинском обслуживании пациентов. В медицинских учреждениях, к которым не прикреплен пользователь по месту жительства, в том числе и в частных клиниках, заводят новую медицинскую карту пациента и проводят анамнез пациента заново, что влияет на время постановки диагноза и время лечения.

По программе научных исследований Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (МАИ) выполняет комплексную тему НИОКР «Цифровая медицина в авиации и космонавтике», инициатором и ответственным исполнителем которой является автор. Цифровая медицина рассматривается как взаимодействие творческих проектных команд из числа студентов, аспирантов и преподавателей нескольких факультетов: аэрокосмического, систем управления, информатики и электроэнергетики, прикладной математики и физики. Цель программы научных исследований МАИ – создать информационную систему «ЦифроМед» в авиации и космонавтике – цифровую медицину, которая бы обеспечивала пользователей оперативной информацией и предоставляла доступ к медицинским релевантным данным. Основное внимание исследований направлено на создание инструментария для разработки и прототипирования специальных носимых устройств микроэлектроники (НУМ) в виде датчиков первичной информации, данные которых передаются

<sup>3</sup> The Impact of Electronic Health Records on Time Efficiency of Physicians and Nurses: A Systematic Review. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1205599/> (дата обращения 11.12.2014).

<sup>4</sup> Большинству россиян электронные медицинские карты недоступны. URL: <http://fondzdorovie.ru/special/news/zdravo/detail.php?ID=387>

<sup>5</sup> <http://ria.ru/infografika/20150227/1050042541.html#ixzz3cQ4s1MNY>

в облако и накапливаются в базах данных (БД) в центре обработки данных (ЦОД), чтобы как медицинские специалисты, так и конечные пользователи системы постоянно были на связи, в результате чего самочувствие пользователей находилось бы под контролем 24 часа в сутки, 7 дней в неделю. Система «ЦифроМед» при ее внедрении позволит пилотам, штурманам, диспетчерам и другим авиаспециалистам контролировать параметры жизнедеятельности организма (показатели здоровья) и оперативно пересылать результаты измерений на виртуальную машину в ЦОД<sup>6</sup>, а полученная информация затем будет доступна эксперту, специалисту ЦМ и / или личному врачу.

В рамках системы «ЦифроМед» предусмотрена возможность использования 3D-модели организма основного пользователя системы (пилота, штурмана, авиадиспетчера и др.). Для построения такой модели будет применяться метод компьютерной томографии. Разработки ведутся, в частности, в рамках специальных программ Нижегородского государственного университета<sup>6</sup>. Информационная система «ЦифроМед» позволит решать следующие задачи:

- 1) измерение, обработка и контроль показателей жизнедеятельности организма пользователя, «цифроризация» пользователя;
- 2) привязка медицинских данных (показателей здоровья) пользователя к определенному врачу или группе врачей, которые смогут контролировать в реальном времени показатели жизнедеятельности данного пользователя;
- 3) выявление заболеваний на ранней стадии и оперативное лечение;
- 4) проведение консультаций и семинаров.

В качестве базового инструмента проектирования на начальном этапе использовались интеллект-карта (mind map) и диаграмма прецедентов (Use Case).

Информационная архитектура «ЦифроМед» состоит из нескольких элементов (рис. 1): кроме специалистов медицинских учреждений и специалистов отраслей авиации и космонавтики, информационная архитектура включает государственные органы управления здравоохранения, предоставляющие услуги сервисов цифровой медицины, средства связи, включающие мобильный телефон, носимые устройства, медицинский хаб и др., которые могут снять биологическую обратную связь и передать в центр обработки данных ЦОД, электронный паспорт здоровья, базу знаний, медицинскую электронную службу, а также электронную медицинскую карту.

На рис. 2 представлена диаграмма прецедентов (Use Case). Система проектируется с учетом того, что в процессе работы она будет использоваться различными категориями пользователей и взаимодействовать с другими системами. В качестве акторов были выбраны следующие сущности:

1. Пользователь. Диспетчер, штурман, пилот и др., для которых необходим контроль состояния здоровья при выполнении их деятельности со стороны высококвалифицированных специалистов.
2. Медицинский специалист (МС), или сотрудник-эксперт. Это профессиональный врач, который помогает пользователю пройти обследование, отвечает на все интересующие вопросы, а также помогает ознакомиться с новыми методами и / или поделиться профессиональными знаниями по тем или иным проблемам, а также следить за контролем состояния пользователей.
3. Администратор портала. Регистрирует новых пользователей, добавляет новый контент, следит за актуальностью и обновлением данных, а также за совместимостью и добавлением новых электронных носимых устройств.
4. Носимые устройства микроэлектроники (НУМ). Снимают параметры – показатели здоровья (данные) пользователя и отправляют их на единый центр обработки данных (ЦОД), который отображает полученные результаты на информационном портале «ЦифроМед», в разделе электронной медицинской карты. НУМ'сы разделяют на несколько типов, в зависимости от их области применения: медицина, спорт, авиация и обучение (рис. 3).

<sup>6</sup> 3D-диагностика: нижегородские ученые нашли способ облегчить труд врачей. URL: <http://www.ntv.ru/novosti/1401882/?f> (дата обращения 07.05.2015).

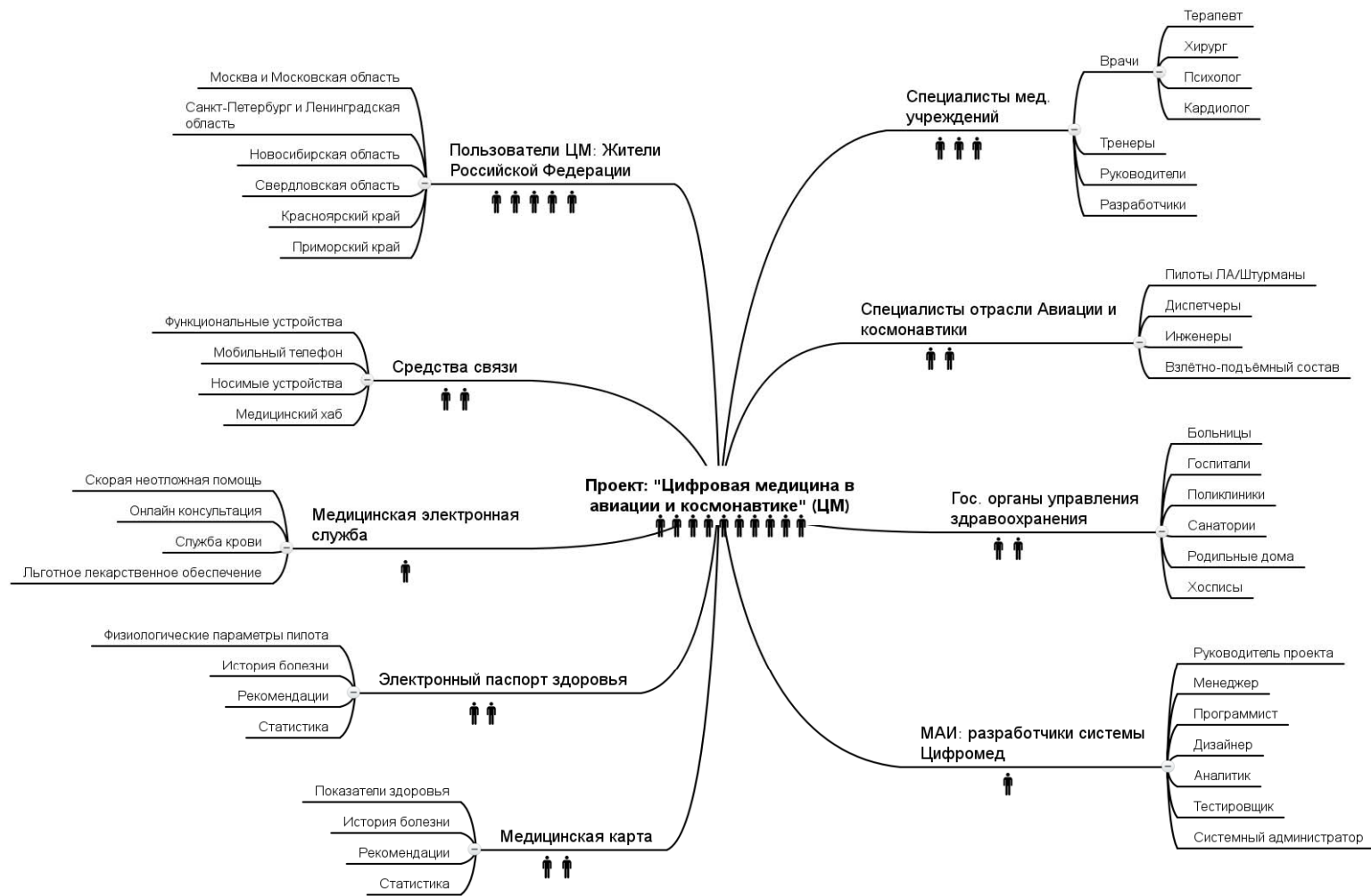


Рис. 1. Интеллект-карта аудитории проекта «ЦифроМед» в авиации и космонавтике

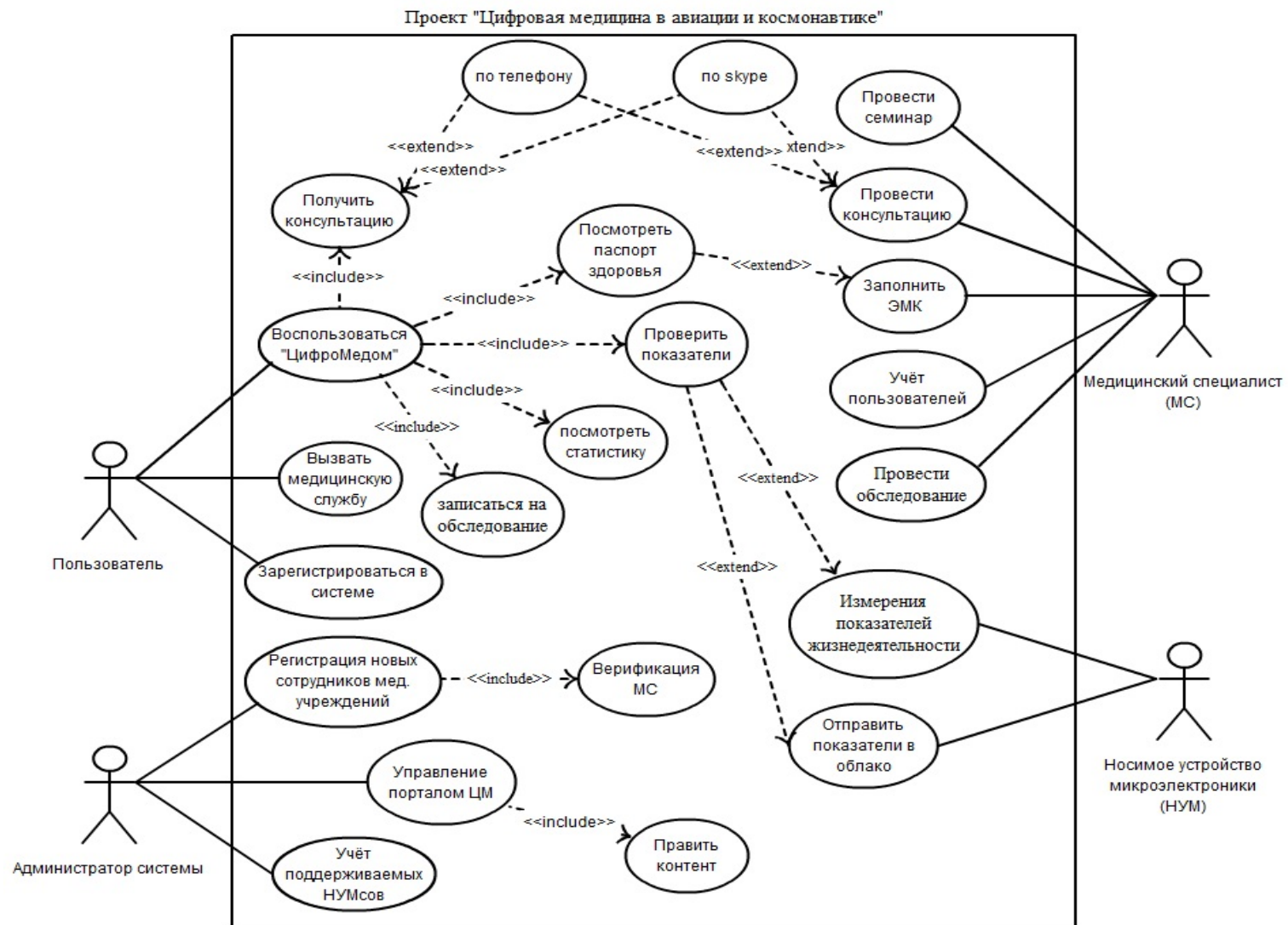


Рис. 2. Use Case диаграмма «ЦифроМед»



Рис. 3. Интеллект-карта носимых устройств микроэлектроники

Таблица 1

## Перечень процессов и процедур в системе «ЦифроМед»

| Пользователь                                       | Лечащий врач                            |
|--|---|
| Авторизация в системе                              | Авторизация в системе                   |
| Проверка показателей с НУМ                         | Просмотр паспорта здоровья пользователя |
| Просмотр паспорта здоровья                         | Анализ статистики показаний с НУМ       |
| Просмотр ЭМК                                       | Проведение консультации                 |
| Анализ статистики показаний                        | Проведение обследования                 |
| Консультация со специалистами                      | Заполнение ЭМК                          |
| Вызов медицинской службы                           | Проведение online-семинара / вебинара   |
| Запись на обследование                             | Учет пользователей                      |
| Посещение online-семинаров / вебинаров             |   |
| Поиск информации по установленному врачом диагнозу |   |

Таблица 2

## Основные сущности портала «ЦифроМед» для экторов

| Пользователь   | Лечащий врач  |
|--|---|
| Кнопка экстренного оповещения МС и службы медицинской помощи   | Профили пользователей – все его данные, а также оповещения о новых показателях и экстренных вызовах   |
| Профиль лечащего врача пользователя (содержит контактные данные и проч.), а также форма записи на обследование   | Личный кабинет – информация о специалисте, статьи, организация семинаров, график записи пользователей, история правок по ЭМК, связан с механизмом авторизации |
| Личный кабинет (профиль пользователя с диагнозом) – показатели НУМ, статистика показаний, паспорт здоровья, ЭМК, план лечения, связан с механизмом авторизации | Поиск по сайту  |
| Механизм консультации  | Информационная часть портала  |
| Поиск по сайту   |   |
| Информационная часть портала – персонализируется с учетом диагноза показателей состояния здоровья пользователя   |   |

При проектировании информационной архитектуры (ИА) учитываются интересы двух активных экторов: 1) основного пользователя, в интересах которого и создается информационная система «ЦифроМед»; и 2) врача как сотрудника медицинского учреждения, контролирующего состояние здоровья пациента. Для каждого из указанных экторов организуется особый доступ к нужной информации.

Конечный пользователь системы и лечащий врач в роли МС будут вовлечены в следующие процессы и процедуры с использованием механизмов информационного портала «ЦифроМед» (табл. 1).

Важность данных процессов и процедур ранжируется экспертами.

На основе указанных процессов и процедур формируются основные сущности информационной системы (табл. 2).

На основе перечисленных сущностей портала «ЦифроМед» для пользователя и лечащего врача, проранжированных в порядке важности экспертами, а также опубликованной в работах [7; 8] методологии разработана ИА портала цифровой медицины.



При моделировании системы «ЦифроМед» используется методология SADT (Structured Analysis and Design Technique), так как это полная методология для описания процессов, реализующая подход, основанный на концепциях системного моделирования [9]. Здесь рассматривается процесс «Обследование пациента в медицинском учреждении», так как для работы БОС-системы необходимо знание о состоянии здоровья пациента, которое затем заносится в ЭМК. Диаграмма бизнес-процесса «Обследование пациента в медицинском учреждении» построена при участии и консультации врача ФГБУ «Лечебно-реабилитационный центр», кандидата медицинских наук Ч. А. Салчак [10]. Опишем принятую в SADT систему обозначений ICOM (Input, Control, Output, Mechanism), позволяющую аналитику точно идентифицировать и проверять связи по дугам между диаграммами.

Бизнес-процесс верхнего уровня (рис. 4) по методологии SADT «Обследовать пациента в медицинском учреждении» описан в табл. 3.

Следующий уровень процесса по методологии SADT представим в виде трех блоков (рис. 5), описанных в табл. 4.

### Электронная медицинская карта

Электронная медицинская карта (ЭМК) пациента должна решить проблему коммуникации пользователя и врача. У ЭМК, разрабатываемой в рамках проекта «ЦифроМед», отметим достоинства по сравнению с обычной медицинской картой.

1. При использовании ЭМК врач медучреждения быстро находит существующую информацию, а также добавляет новую информацию обо всех случаях оказания пациенту медицинской помощи. В автоматизированном режиме формируются необходимые медицинские справки и документы.

2. Внедрение ЭМК в медучреждениях устраняет проблему, связанную с транспортировкой документов из одних медицинских организаций в другие.

3. Главной отличительной особенностью ЭМК проекта «ЦифроМед» служит «динамическая» часть карты. НУМ'сы привязываются к ЭМК пользователя и записывают новые данные о параметрах жизнедеятельности конечного пользователя каждую секунду. Врач в любой момент времени может посмотреть эти показатели в режиме реального времени.

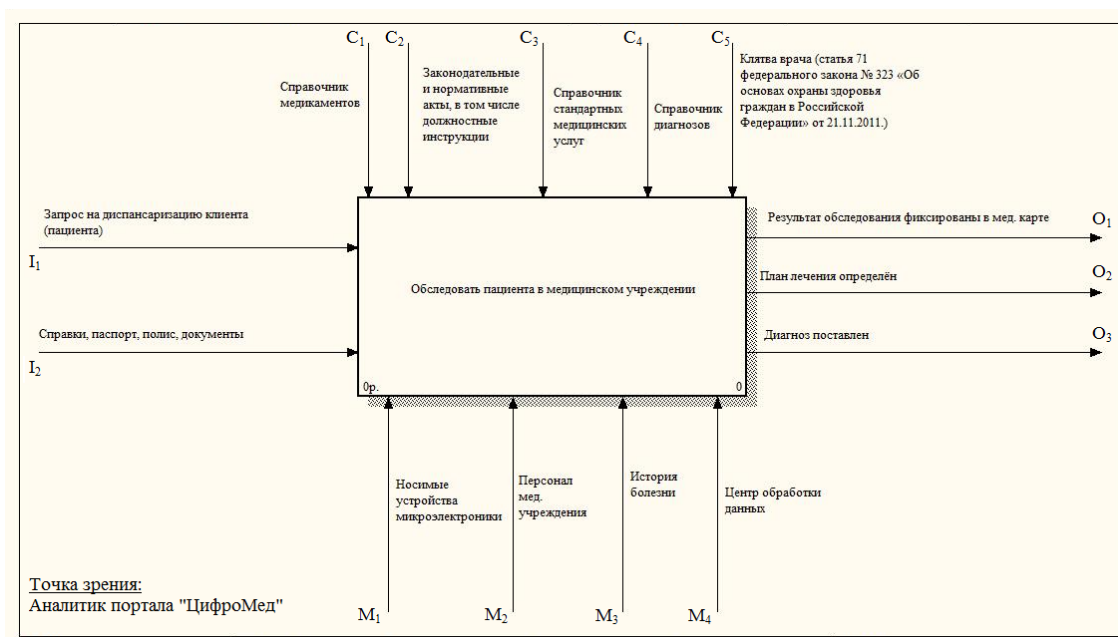


Рис. 4. Диаграмма уровня А-0 бизнес-процесс «Обследовать пациента в медицинском учреждении»

Таблица 3

ICOM-коды, применяемые в SADT, и их описание для диаграммы уровня А-0

| ICOM-код | Описание   |
|----------|--|
| $I_1$    | Запрос на проведение диспансеризации (полного обследования) пользователя (пациента) в медицинском учреждении |
| $I_2$    | Необходимые документы: полис ОМС, паспорт, справки и другие документы  |
| $C_1$    | Справочник медикаментов  |
| $C_2$    | Законодательные и нормативные акты, в том числе должностные инструкции                                       |
| $C_3$    | Справочник стандартных медицинских услуг   |
| $C_4$    | Справочник диагнозов   |
| $C_5$    | Клятва врача (статья 71 ФЗ № 323 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011)  |
| $O_1$    | План лечения   |
| $O_2$    | Поставленный диагноз   |
| $O_3$    | Результат обследования   |
| $M_1$    | Носимые устройства микроэлектроники  |
| $M_2$    | Персонал медицинского учреждения   |
| $M_3$    | История болезни пациента   |
| $M_4$    | Центр обработки данных   |

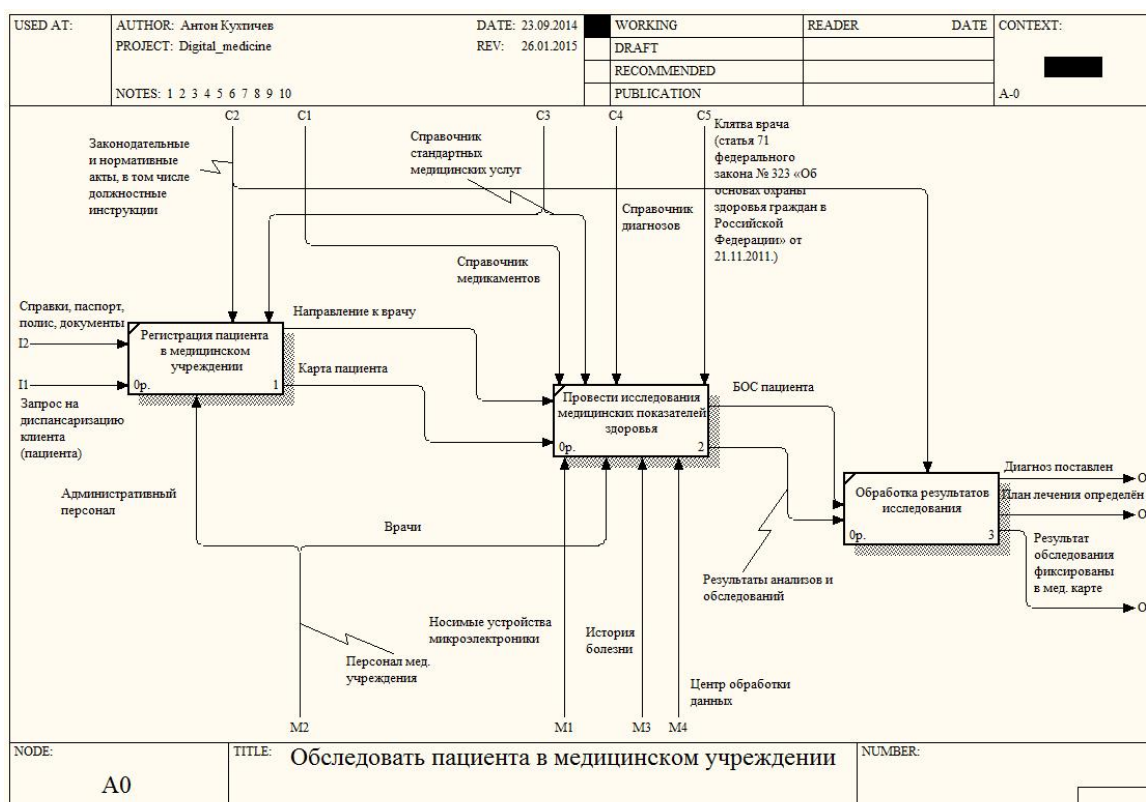


Рис. 5. Бизнес-процесс «Обследовать пациента в медицинском учреждении»

Таблица 4

Описание функций 1-го уровня бизнес-процесса  
«Обследовать пациента в медицинском учреждении»

| Название функции                              | Описание функции  |
|---|---|
| Регистрация пациента в медицинском учреждении | Административный отдел проверяет возможность произвести обследование пациента в медицинском учреждении согласно Справочнику медицинских услуг и документов пользователя             |
| Исследование медицинских показателей здоровья | Пользователь дает доступ к данным, которые были собраны при помощи НУМсов, а также в качестве дополнительного обследования в медучреждении из истории болезни                       |
| Обработка результатов исследования            | Проводится анализ исследования пациента, ставится диагноз, результат обследования фиксируется в медицинской карте пользователя, а также составляется план лечения при необходимости |

4. Несколько раз в сутки делаются копии ЭМК пациентов и передаются на отдельный удаленный сервер. В случае чрезвычайной ситуации в хранилище или поломки сервера ЭМК всегда можно будет восстановить быстро и без утраты информации.

5. Врач и пациент получают доступ к ЭМК при помощи уникальных биометрических данных пользователя (например, отпечатков пальцев или рисунка радужной оболочки глаза). Данная технология успешно используется в загранпаспортах Российской Федерации, а также в новых моделях компании Apple, где применяется технология Touch ID, идентифицирующая владельца телефона по отпечатку пальцев. У каждого врача в медицинском учреждении будет стоять специальный аппарат-считыватель карты ЭМК и биометрических данных пациента и врача. С развитием криптографии и скорости передачи данных бумажную медицинскую карту можно заменить на ЭМК, сделав доступ по специальной чипированной пластиковой карточке, которая хранит уникальные биометрические данные пользователя. Доступ к ЭМК будет осуществляться непосредственно с помощью этой пластиковой карты пользователя и уникальных биометрических показателей. Таким образом, обеспечивается защита конфиденциальной информации о состоянии здоровья пациента.

6. Непосредственная связь с полной медицинской электронной картой пациента с помощью облачной технологии.

7. Специальный раздел на портале о противопоказаниях к применению лекарственных средств и / или медицинских процедур с целью обезопасить пациента от медицинской ошибки.

Схема базы данных системы «ЦифроМед» показана на рис. 6.

Здесь представлены основные классы-модели БД, которые реализованы на портале «ЦифроМед». В качестве основных разделов ЭМК приняты те разделы карты, которые предложены Министерством здравоохранения Российской Федерации в документе «Основные разделы Электронной медицинской карты» от 11 ноября 2013 г.<sup>7</sup>

Для оптимизации базы данных и уменьшения количества операций JOIN схема БД выстроена вокруг центрального элемента – пользователя. Таблица пользователей предусматривает определение типа пользователя, в зависимости от которого подключается либо профиль пользователя (пациента), либо профиль лечащего врача. Если тип пользователя – «пациент», то к таблице также подключается «Метрика пациента», описывающая его основные физические характеристики.

<sup>7</sup> <http://www.rosminzdrav.ru/news/2013/11/20/1314-minzdravom-rossii-utverzhdjena-struktura-elektronnoy-meditsinskoj-karty> (дата обращения 12.12.2014).

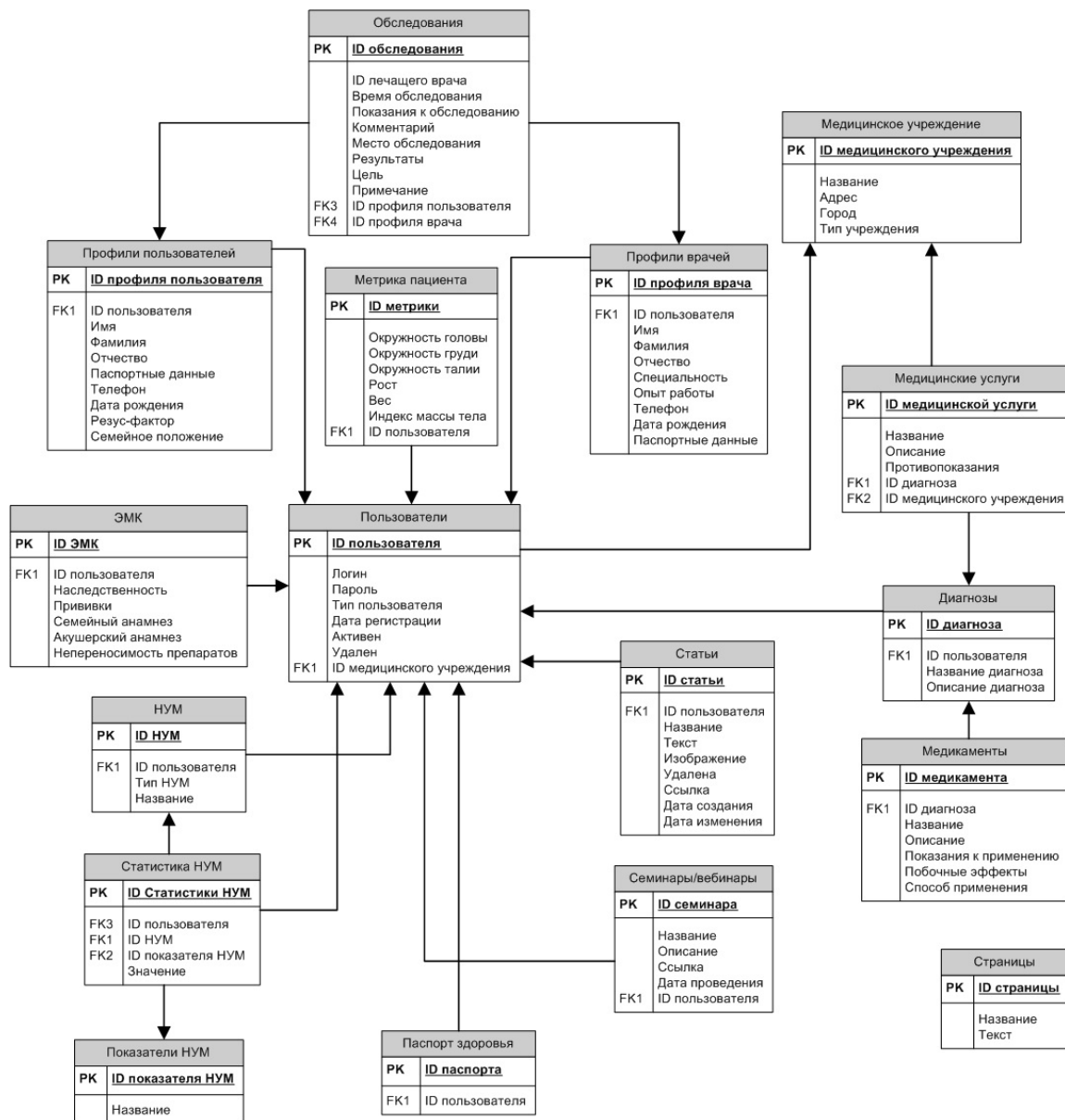


Рис. 6. Схема базы данных системы «ЦифроМед»

С таблицей пользователя также связана таблица «Медицинское учреждение» (в зависимости от типа пользователя либо это место работы, либо место обследований / лечения). Медицинское учреждение предполагает наличие «Медицинских услуг», которые в свою очередь относятся к определенному «Диагнозу». Для каждого диагноза кроме медицинских услуг существует набор медикаментов из соответствующей таблицы.

К пользователю с типом профиля «пациент» привязана таблица «ЭМК», а также таблицы «НУМ», «Показатели НУМ» и статистика «НУМ», работающие с данными, полученными от носимых устройств микроэлектроники. Пользователи с типом профиля «лечащий врач» могут писать статьи и организовывать семинары и / или вебинары. В системе также предусмотрена таблица для создания статической отчетности по страницам портала.

На диаграмме отражены основные классы-модели, которые реализованы в системе «ЦифроМед» (см. выше). На рис. 7–9 представлен графический интерфейс системы «ЦифроМед».

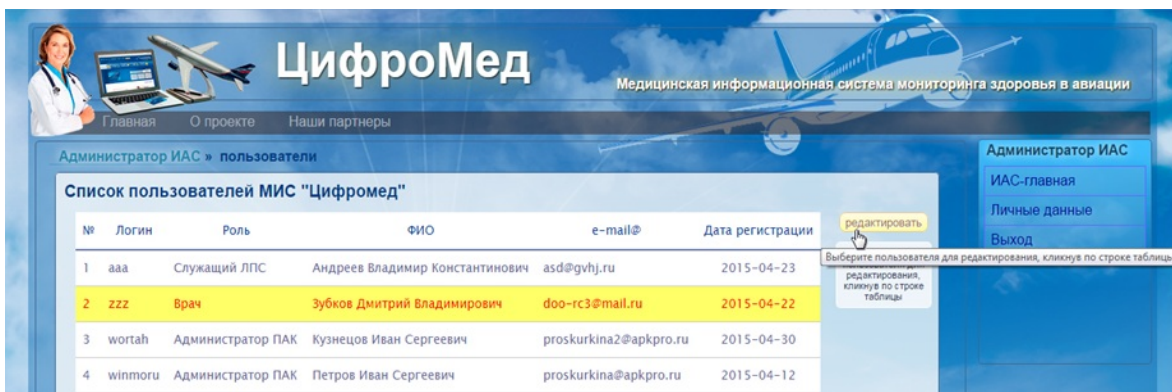


Рис. 7. Графический интерфейс личного кабинета администратора системы «ЦифроМед»

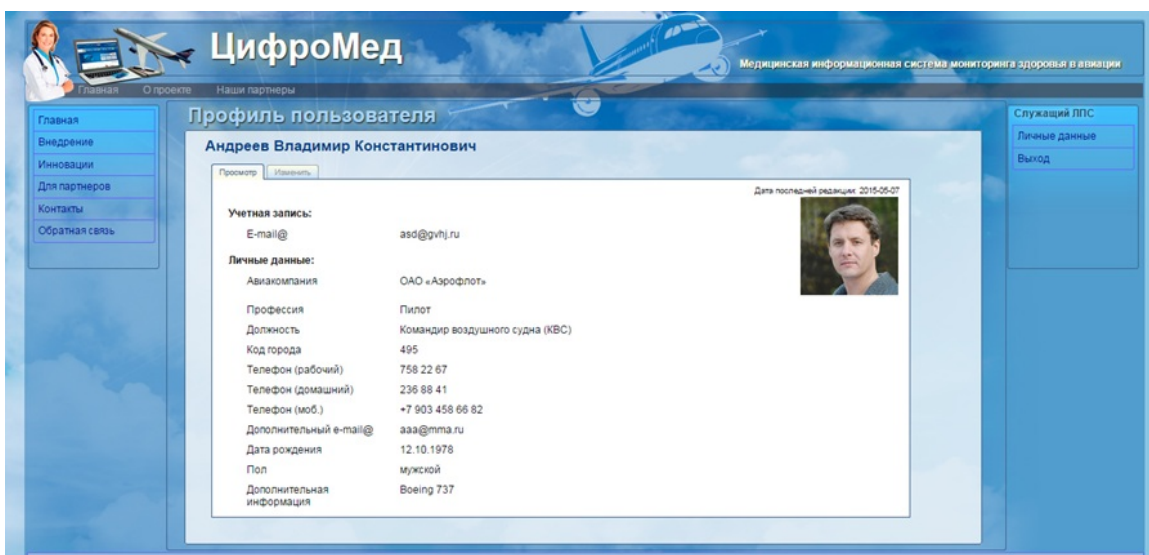


Рис. 8. Графический интерфейс профиля пользователя системы «ЦифроМед»

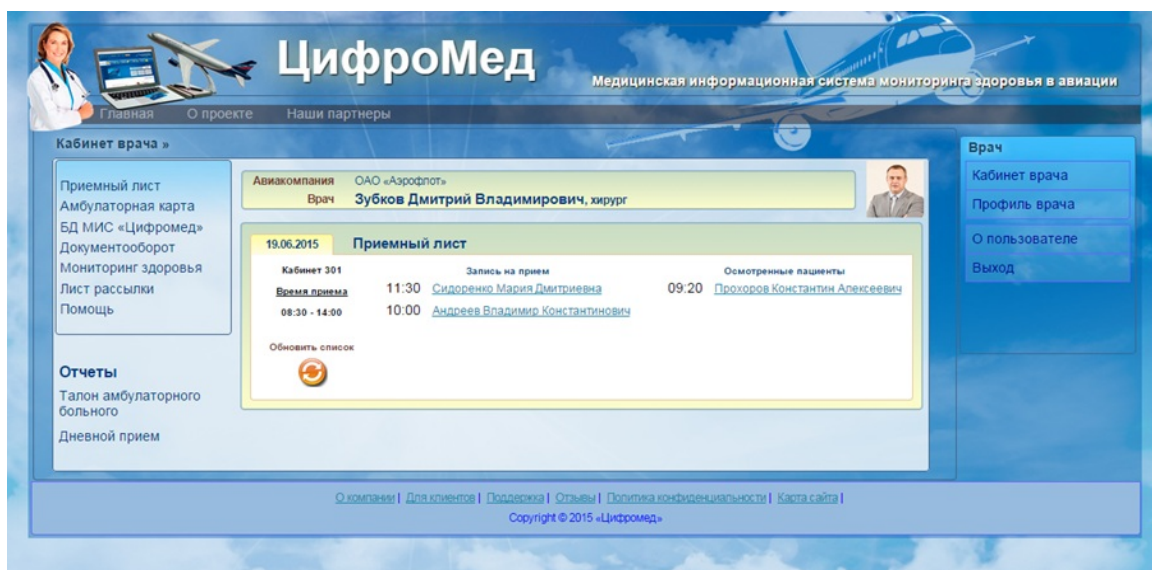


Рис. 9. Графический интерфейс профиля мед. сотрудника системы «ЦифроМед»

Система «ЦифроМед» позволяет структурировать и автоматизировать взаимодействие не только между врачами и пациентом отдельно взятой больницы, поликлиники, стоматологии, частной клиники и т. д., в которой пациент наблюдается или проходит лечение, но и между врачами больниц, поликлиник, стоматологий, частных клиник и других медицинских учреждений, которые посетит пациент в будущем. Врач получает, кроме полной истории болезни, диагнозы, выписанные рецепты, а также возможность в режиме реального времени наблюдать за состоянием здоровья пациента.

### Выводы

Результаты исследования легли в основу проекта создания информационного портала «ЦифроМед» для online-коммуникаций участников научного сообщества по проблеме «Цифровая медицина в авиации и космонавтике».

Определена аудитория проекта и основные модули системы «ЦифроМед», Разработана информационная архитектура портала. На этапе реализации построена схема базы данных электронной медицинской карты.

С помощью диаграммы прецедентов показано, какие действия может выполнять каждый участник проекта на портале «ЦифроМед». Сформированы общие требования к информационной архитектуре системы «Цифромед».

Разработана концептуальная модель системы для последующей детализации и подготовлена документация для взаимодействия с пользователями системы. Разработаны макеты графического интерфейса портала. На основе результатов данной работы реализован прототип системы цифровой медицины «ЦифроМед».

### Список литературы

1. *Сеченов И. М.* Рефлексы головного мозга. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 100 с.
2. *Павлов И. П.* Условный рефлекс. Л.: Лениздат, 2014. 224 с.
3. *Толочников И. Ф.* О патолого-анатомических изменениях ядер черепных нервов и относящихся к ним нервных волокон мозгового ствола при нарастающем параличном слабоумии: Дис. ... д-ра медицины. М.: Энергия, 1900. 212 с.
4. *Быков К. М., Курцин И. Т.* Кортико-висцеральная теория патогенеза язвенной болезни. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 271 с.
5. *Анохин П. К.* Избранные труды. Философские аспекты теории функциональной системы. М.: Наука, 1978. 400 с.
6. *Бехтерева Н. П.* Нейрофизиологические аспекты психической деятельности человека. Л.: Медицина, 1974. 151 с.
7. *Rosenfeld L., Morville P.* Information architecture for the World Wide Web. 3rd. O'Reilly & Associates, 2006. 528 p.
8. *Garrett J. J.* A visual vocabulary for describing information architecture and interaction design. URL: <http://www.jjg.net/ia/visvocab/> (дата обращения 07.05.2015).
9. *Марка Д. А., Гоуэн К. М.* Методология структурного анализа и проектирования. М., 1993. 240 с.
10. *Кухтичев А. А., Скородумов С. В., Салчак Ч. А.* Разработка информационной архитектуры системы для создания сервисов цифровой медицины // XIV Междунар. конф. Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта CAD/CAM/PDM: Москва, 14–16 октября 2014 г. М., 2014. С. 98–100.

**A. A. Kukhtichev**

*Moscow Aviation Institute (National Research University)  
4 Volokolamskoe Shosse, Moscow, 125993, Russian Federation*

*a.kukhtichev@mail.ru*

## **ELECTRONIC HEALTH RECORD AS A BASIS FOR SERVICES OF DIGITAL MEDICINE OF INFORMATION SYSTEM «TSIFROMED»**

This article presents a systematic approach to the creation of web-services digital health system in the aviation and aerospace based on methods and techniques of biofeedback (BFB), as well as an analysis of the market of electronic health records (EHR) in the world. The focus of this work is aimed at the architecture of EMC information system "TsifroMed" which after its implementation will enable the real-time monitor the health of flight crews and air traffic controllers (i.e., it is the users of the system, on which depends the safety of flight).

*Keywords:* digital health, DH, Electronic health record, EHR, CiftoMed, wearable devices of microelectronics, WDM.

### **References**

1. Sechenov I. M. *Refleksy golovnogogo mozga* (Reflexes of the Brain), Moscow, Izdatel'stvo akademii nauk SSSR, 1961, 100 p.
2. Pavlov I. P. *Uslovnyy refleks* (Conditioned Reflexes), Saint Petersburg, Lenizdat, 2014, 224 p.
3. Tolochinov I. F. *O patologo-anatomicheskikh izmeneniyakh yader cherepnykh nervov i odnosyashchikhsya k nim nernykh volokon mozgovogo stvola pri narastayuschem paralichnom slaboumii: dissertatsiya na stepen' doktora meditsiny* (About post-mortem changes in the nuclei of cranial nerves, and related nerve fibers of the brain stem the rising paralytic dementia: the dissertation for the degree of Doctor of Medicine), Moscow, Energiya, 1900, 212 p.
4. Bykov K.M., Kurtsin I.T. *Kortiko-vistseral'naya teoriya patogeneza yazvennoy bolezni* (The Corticovisceral Theory of the Pathogenesis of Peptic Ulcer), Moscow, Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, 1952, 271 p.
5. Anokhin P. K. *Izbrannye trudy. Filosofskie aspekty teorii funktsional'noy sistemy* (Theory of functional systems in the scientific school), Moscow, Nauka, 1978, 400 p.
6. Bekhtereva N. P. *Neyrofiziologicheskie aspekty psikhicheskoy deyatel'nosti cheloveka*. (The Neurophysiological Aspects of Human Mental Activity), Leningrad, Meditsina, 1974, 151 p.
7. *Elektronnie medicinskie karty v evropeyskih stranah* (Electronic medical records in Europe). URL: [www.aksimed.ru/download/center/present/europe.pdf](http://www.aksimed.ru/download/center/present/europe.pdf) (accessed: 11.12.2014).
8. Rosenfeld, Louis, Morville, Peter. *Information architecture for the World Wide Web*. 3rd. O'Reilly & Associates, 2006. 528 p.
9. Jesse James Garrett. *A visual vocabulary for describing information architecture and interaction design*. URL: <http://www.jjg.net/ia/visvocab/> (accessed: 07.05.2015).
10. Devid A. Marka, Klement MakGouen. *Metodologiya strukturnogo analiza I proektirovaniya* (Structured Analysis & Design Technique), Moscow, 1993, 240 p.
11. Kukhtichev A.A., Skorodumov S.V., Salchak Ch.A. Development of the information system architecture for the creation of digital medicine services. *XIV Mezhdunarodnaya konferentsiya «Sistemyi proektirovaniya, tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva i upravleniya etapami zhiznennogo tsikla promyshlennogo produkta CAD/CAM/PDM»*, Moscow, 2014, p. 98–100.