

Врач

и информационные
ТЕХНОЛОГИИ



Научно-
практический
журнал

№ 1
2014



Врач

и информационные
ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 1811-0193



9 771811 019000 >

Интерин PROMIS 2012 – лучшая МИС года



Работа на здоровье

INTERIN
ТЕХНОЛОГИИ

Тел.: +7 (985) 220 82 35

Тел./Факс: +7 (48535) 98 911

Web-site: <http://www.interin.ru>

E-mail: info@interin.ru



ДОРОГИЕ КОЛЛЕГИ!

В январе 2004 года вышел первый номер журнала «Врач и информационные технологии». Все десять лет наш журнал остается единственным периодическим журналом, целиком посвященным освещению проблем информатизации здравоохранения. Российский индекс научного цитирования, фиксируя одну из самых высоких среди медицинских журналов цитируемость «ВиИТ», тем не менее, красным маркером отмечает высокий уровень самоцитирования журнала. Но, когда издание долгие годы не имеет тематических дублеров, оно обречено на самоцитирование...

«ВиИТ» был не первым издательским проектом, избравшим такую узкую информационную концепцию. За несколько лет до его учреждения выходили «Компьютерные технологии в медицине» и «Информационные технологии в здравоохранении». Даже такое солидное изда-

тельство как еженедельник PC Week в 2008 году начало издавать специальное приложение PC Week Doctor, которое, однако, иссякло на четвертом номере... Нашему журналу тоже пророчили недолгую жизнь. Но сегодня мы отмечаем его десятилетие.

Причина это долголетия видится в том, что журнал никогда не был коммерческим проектом. Он просто объединял профессионалов, страстно служащих идее информатизации здравоохранения. И в день юбилея журнала мы хотим поблагодарить всех, кто стал командой нашего проекта.

В течение этих десяти лет случались периоды, когда журнал испытывал серьезные финансовые трудности, и мы выражаем особую признательность Петру Павловичу Кузнецову (МИАЦ РАМН), Ядулла Иман Оглы Гулиеву (компания ИНТЕРИН), Марии Ивановне Дегтяревой (МИАЦ Владимирской области), компании КМИС, которые поддержали наш журнал.

За 10 лет «ВиИТ» не опубликовал ни одной платной публикации, что позволяло отбирать лучшие статьи. Эту кропотливую и высокопрофессиональную работу выполняли наши бескорыстные рецензенты: Татьяна Васильевна Зарубина, Андрей Павлович Столбов, Борис Аркадьевич Кобринский, Михаил Абрамович Шифрин.

Огромную и теперь уже ключевую работу по подготовке каждого выпуска журнала ведет Александр Владимирович Гусев — высокий профессионал, увлеченный, корректный и доброжелательный ответственный редактор журнала.

И, конечно же, мы счастливы поздравить всех наших авторов. Сколько содержательных статей написано вами за эти десять лет, сколько идей, разработок, экспертных мнений поступило от вас в нашу редакцию!

Поздравляю всех друзей, авторов и читателей «ВиИТ» с десятилетием журнала, совместным проектом нашего профессионального сообщества!

*Главный редактор «ВиИТ»
В.И. Стародубов*

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Стародубов В.И., академик РАМН, профессор

ШЕФ-РЕДАКТОР:

Куракова Н.Г., д.б.н., главный специалист ФГБУ ЦНИИОИЗ
Министерства здравоохранения РФ

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Зарубина Т.В., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой медицинской кибернетики
и информатики Российского ГМУ

Столбов А.П., д.т.н., профессор кафедры организации здравоохранения, медицинской
статистики и информатики факультета повышения профессионального образования
врачей Первого московского государственного медицинского университета
им. И.М. Сеченова

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

Гусев А.В., к.т.н., заместитель директора по развитию, компания «Комплексные
медицинские информационные системы»

МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

А.В. Райх, А.А. Дубровин, Г.И. Чеченин

**Медицинская информационная система как средство учета
медицинских услуг и инструмент для расчета
стимулирующей части оплаты труда**

6-10

Е.А. Берсенева, А.А. Седов, Г.Н. Голухов

**Актуальные вопросы создания автоматизированной
системы лексического контроля медицинских документов**

11-17

В.О. Новицкий, Э.Ю. Таронишвили, Е.М. Шилов

**Автоматизированная информационная система управления
лечебно-диагностическим процессом Maximus**

18-31

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ

Г.Д. Копаница, М.А. Тараник

**Разработка средств визуализации медицинских данных на
основе открытых JavaScript библиотек**

32-37

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

А.С. Каркач, А.А. Романюха

**Современные подходы к анализу и прогнозированию
здоровья населения с помощью математических моделей**

38-47

СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ

П.П. Зотов, И.С. Кицул, И.М. Михалевич

**Опыт использования компьютерных технологий
для объективного выбора методов лечения
в стоматологической практике**

48-56

Адрес редакции:

127254, г.Москва, ул. Добролюбова, д. 11
idmz@mednet.ru
(495) 618-07-92

Главный редактор:

академик РАМН, профессор
В.И.Стародубов, idmz@mednet.ru

Зам. главного редактора:

д.м.н. Т.В.Зарубина, t_zarubina@mail.ru
д.т.н. А.П.Столбов, stolbov@mcramm.ru

Ответственный редактор:

к.т.н. А.В.Гусев, alexgus@onego.ru

Шеф-редактор:

д.б.н. Н.Г.Куракова, kurakov.s@relcom.ru

Директор отдела распространения

и развития:

к.б.н. Л.А.Цветкова
(495) 618-07-92

idmz@mednet.ru, idmz@yandex.ru

Автор дизайн-макета:

А.Д.Пугаченко

Компьютерная верстка и дизайн:

ООО «Допечатные технологии»

Администратор сайта:

А.В.Гусев, alexgus@onego.ru

Литературный редактор:

Л.И.Чекушкина

Подписные индексы:

Каталог агентства «Роспечать» — 82615

Отпечатано в типографии

ООО «Салют»

127055, Москва, ул. Новолесная, д. 7.

© ООО Издательский дом «Менеджер здравоохранения»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Гасников В.К., д.м.н., профессор, академик МАИ и РАМН

Гулиев Я.И., к.т.н, директор Исследовательского центра медицинской информатики Института программных систем РАН

Детгерев М.И., директор ГУЗВО «МИАЦ», г. Владимир

Емелин И.В., к.ф.-м.н., заместитель директора Главного научно-исследовательского вычислительного центра

Медицинского центра Управления делами Президента Российской Федерации

Зингерман Б.В., заведующий отделом компьютеризации Гематологического научного центра РАМН

Кобринский Б.А., д.м.н., профессор, руководитель Медицинского центра новых информационных технологий

МНИИ педиатрии и детской хирургии МЗ РФ

Красильников И.А., д.м.н., заведующий кафедрой информатики и управления в медицинских системах

Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования

Кузнецов П.П., д.м.н., профессор, советник Вице-президента РАМН, профессор кафедры управления и экономики

здравоохранения Высшей школы экономики

Шифрин М.А., к.ф.-м.н., руководитель медико-математической лаборатории НИИ нейрохирургии им. ак. Н.Н.Бурденко

Цветкова Л.А., к.б.н., зав. сектором отделения научно-информационного обслуживания РАН и регионов России ВИНТИ РАН

ТЕЛЕМЕДИЦИНА

*Ю.Ю. Кудряшов, О.Ю. Атьков,
А.А. Прохоров, Я.П. Довгалецкий*
**«Домашнее лицо» персональной
телемедицины**

*Ф.И. Бадаев, А.М. Алашеев, А.А. Белкин,
Н.Ш. Гаджиева, Ю.В. Кузнецов, А.Л. Левит,
Е.В. Праздничкова, Е.А. Чадова*

**Организация нейрореанимационного
роботизированного телеконсультирования
(НРТ) в дистанционном мониторинге
больных с острой церебральной недо-
статочностью в Свердловской области**

ПРОГНОЗЫ

**Информационные технологии
в здравоохранении и развитие рынка
здравоохранения на ближайший год**

ОРГАНИЗАТОР

**Конференция «ИТ в здравоохранении 2014:
работа продолжается»**

ИТ-НОВОСТИ

**АКТУАЛЬНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ
ДОКУМЕНТЫ**

57-64

65-74

75-76

77

78

79-80



Physicians and IT

**№ 1
2014**

*Мы видим свою ответственность
в том, чтобы Ваши статьи заняли
достойное место в общемировом
публикационном потоке...*

MEDICAL INFORMATIONAL SYSTEMS

A.V. Raich, A.A. Dubrovin, G.I. Chechenin



**Medical Information System as a means of excluding
medical services and tools for enabling calculation
of the wage**

6-10

E.A. Berseneva, A.A. Sedov, G.N. Goluhov



**Topical issues of the medical documents lexical control
automated system Creation**

11-17

V.O. Novitskiy, E.J. Taronishvili, E.M. Shilov



**The Maximus automated information system
for managing treatment and diagnostic process**

18-31

DATA VISUALIZATION

G.D. Kopanitsa, M.A. Taranik



**Implementation of a medical data visualization solution
based on open source JavaScript libraries**

32-37

MATHEMATICAL METHODS OF FORECASTING

A.S. Karkach, A.A. Romanyukha



**Modern approaches to public health analysis
and forecast using agentbased modeling**

38-47

Журнал входит в топ-5 по импакт-фактору
Российского индекса научного
цитирования журналов по медицине и
здравоохранению

48-56	MEDICAL DECISION SUPPORT SYSTEMS <i>P.P. Zotov, I.S. Kitsul, I.M. Mikhalevich</i> Experience of using computer technologies for objective choice of methods of treatment in dentistry
57-64	TELEMEDICINE <i>Y.Y. Kudryashov, O.Y. Atkov, A.A. Prokhorov, Y.P. Dovgalevskiy</i> The «home face» of the personal telemedicine
65-74	<i>F.I. Badaev, A.M. Alashev, A.A. Belkin, N.S. Gadzhieva, Y.V. Kuznetsov, A.L. Levit, E.V. Prasdniczkova, E.A. Chadova</i> Organization of neurological critical care robotic teleconsulting for remote monitoring of patients with acute cerebral failure in Sverdlov region
75-76	FORECASTING
	ORGANAIZER
77	IT in health care in 2014: work continues
78	IT-NEWS
79-80	REVIEW OF ACTUAL NORMATIVE DOCUMENTS



А.В. РАЙХ,

заместитель главного врача по поликлинической части МБЛПУ ГКБ № 2

А.А. ДУБРОВИН,

директор ООО «Инфохол», г. Абакан

Г.И. ЧЕЧЕНИН,

д.м.н., профессор, заслуженный работник здравоохранения РФ, заслуженный деятель науки РФ, директор Кустового медицинского информационно-аналитического центра г. Новокузнецка, заведующий кафедрой медицинской кибернетики и информатики ГБОУ ДПО «Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей» Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия

МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КАК СРЕДСТВО УЧЕТА МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РАСЧЕТА СТИМУЛИРУЮЩЕЙ ЧАСТИ ОПЛАТЫ ТРУДА

УДК 61:007

Райх А.В., Дубровин А.А., Чеченин Г.И. *Медицинская информационная система как средство учета медицинских услуг и инструмент для расчета стимулирующей части оплаты труда (ГБОУ ДПО «Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей» Минздрава России, г. Новокузнецк, Россия)*

Аннотация. В условиях одноканального финансирования медицинские организации получили право самостоятельно определять критерии для распределения фонда оплаты труда между участниками лечебно-диагностического процесса. Основная цель: мотивировать медицинского работника на достижение наилучшего конечного результата и предоставление качественных услуг пациентам. Медицинская информационная система «ИнфоМуЗдрав» позволяет учитывать простые и сложные медицинские услуги, выполненные согласно стандартам оказания медпомощи, и объективно рассчитать стимулирующие доплаты для каждого сотрудника медицинской организации с учетом количества и качества выполненной им работы.

Ключевые слова: медицинская информационная система, стимулирующая часть оплаты труда, качество медицинской помощи.

UDC 61:007

Raykh A.V., Dubrovina A.A., Chechenin G.I. *Medical Information System as a means of excluding medical services and tools for enabling calculation of the wage (Novokuznetsk State Institute of Postgraduate Medicine Ministry of Health of Russia, Novokuznetsk, Russia)*

Abstract. In the context of the single-channel financing medical organizations have received the right to determine the criteria for the distribution of the wage fund among participants diagnostic and treatment process. The main goal — to motivate health care worker to achieve the best outcome and provide quality services to patients. Medical Information System «InfoMuZdrav» takes into account simple and complex medical services performed according to standards of medical care and objectively calculate incentive surcharge for each employee of the medical organization of the amount and quality of work performed.

Keywords: Medical Information System that stimulates the part of payroll and the quality of medical care.

Актуальность

Согласно указу Президента России В.В. Путина № 597 от 07.05.2012, необходимо пересмотреть принципы оплаты труда медиков. Врач должен быть заинтересован в результатах своей работы, а его зарплата напрямую зависеть не



только от количества пациентов, а от того, насколько эффективным в итоге оказалось лечение.

Одним из наиболее эффективных методов управления персоналом является экономический. В силу этого перед руководителем медицинской организации встает вопрос о решении одной из сложнейших задач — формирование эффективной системы оплаты труда персонала, которая должна укладываться в общую стратегию развития организации. Сложность решения этой задачи на сегодняшний день определяется множеством факторов, среди которых можно выделить несовершенство собственно системы оплаты труда работников бюджетных организаций, отсутствие приемлемых систем стимулирующего характера, недостаточность финансирования медицинской помощи из общественных фондов и слабая отлаженность рыночных механизмов в здравоохранении.

Для того, чтобы система оплаты труда эффективно выполняла все свои функции, даже при наличии адекватного финансирования из всех источников она должна в максимальной степени дифференцировать все составляющие труда медицинского работника. Соответственно появляется большое количество критериев оценки деятельности медицинского персонала, а система оплаты труда приобретает вид системы высокой степени сложности. Оперативное управление такой системой возможно только посредством ее детального анализа и возможности моделирования каждого этапа. Реализовать эти подходы представляется возможным только при использовании целевого управления с адекватным информационным обеспечением и мотивацией исполнителей, что определяет целесообразность настоящего исследования.

Цель: разработать медицинскую информационную систему и систему оплаты труда, способствующие повышению доступности и качества медицинской помощи.

Задачи:

1. Провести анализ методов учета выполненных услуг в медицинских организациях без применения системных компьютерных технологий при оказании первичной медико-санитарной помощи.

2. Проанализировать методику расчета стимулирующей части оплаты труда медицинского персонала до внедрения МИС.

3. Обосновать целесообразность персонализированного учета медицинских услуг, оценки качества выполненных услуг.

4. Создать модель медицинской информационной системы и систему оплаты труда, способствующие повышению доступности и качества медицинской помощи.

5. Оценить эффективность новой системы.

Объектом исследования явилась амбулаторно-поликлиническая служба г. Новокузнецка.

Предметом исследования явились организация и управление оказанием первичной медико-санитарной помощи взрослому населению г. Новокузнецка.

Методы исследования

Основными использованными методами были изучение и обобщение опыта, социально-гигиенический метод, социологический, эмпирического логикосодержательного моделирования.

В 2013 году во многих лечебных учреждениях, вопреки ожиданиям, врачи и средний медперсонал стали получать зарплату меньше, чем в 2012 на 10%, а в некоторых ЛПУ на 50%. При этом наполнение ТП ОМС увеличилось и впервые за многие годы стало бездефицитным. Анализируя ситуацию, мы приходим к выводу, что в новых условиях не все лечебные учреждения смогли адекватно перестроиться и эффективно осваивать выделенные средства.

Нами проведен анализ сложившейся ситуации и предложены меры эффективного управления ЛПУ. Работая в системе ОМС,





важным моментом является своевременная передача реестров на оплату в ТФОМС за оказание медуслуг обратившимся пациентам. На практике до 30% случаев оказания медпомощи и выполнения простых медицинских услуг остаются не оплаченными по причине наличия ошибок в реестрах и передаче данных.

Второй значимой проблемой становится распределение средств, полученных за оказание медпомощи. Данный порядок определяется исключительно по локальным нормативным актам, по решению главного врача, профсоюза, трудового коллектива. Значимым моментом становится создание такого положения о распределении средств, при котором каждый врач будет заинтересован в выполнении большего количества медицинских услуг лучшего качества. Индивидуальный расчет коэффициента достижения результатов традиционным способом влечет за собой существенные трудовые затраты, поскольку необходим ежедневный учет выполненной работы на каждого сотрудника, работающего в МО, и обратный расчет стимулирующих доплат за выполненную работу. Решением обеих проблем стала автоматизация процессов учета и обработки информации. Медицинская информационная система «Инфо-МуЗдрав», разработанная Новокузнецким КМИАЦ, позволяет своевременно учитывать выполненную работу каждым сотрудником, оценить качество выполненной работы и без потерь передать реестры на оплату в ТФОМС.

Для уменьшения количества ошибок в реестре экономический модуль медицинской информационной системы поддерживает ряд функций:

Учет тарифов. В данном механизме предусмотрена работа с тарифами ТФОМС. Одновременно может быть создано несколько тарифов.

Автоматизированное формирование реестра. Данный механизм позволяет формировать реестр ОМС, включая его печатную часть и электронную таблицу для передачи в страховую компанию.

Модуль контроля качества реестра. В программу встроен внутренний контроль реестра. С его помощью проводится автоматический контроль реестра на наличие ошибок, полноты заполнения, дублирования сведений об услугах и т.д. Наличие этого модуля позволяет существенно сократить количество ошибок в реестре, выявляемых при экспертизе в страховой компании, а за счет этого — сократить число штрафных санкций к ЛПУ.

Автоматический импорт данных из блока статистики МИС. Данные для реестра автоматически импортируются из подсистемы статистики МИС.

Автоматизированная валидация реестром на оплату по ОМС. Позволяет выполнять проверку структуры, которая должна полностью соответствовать структуре реестра, утвержденной Приказом ФОМС от 7 апреля 2011 г. № 79: осуществляется проверка порядка следования элементов, их наименование, размерность, обязательность и тип. Можно проверить реестр по различным настраиваемым критериям, которые собраны в наборы. Перед запуском валидации реестра можно выбрать необходимые наборы критериев для проверки.

Для эффективного распределения средств, полученных за выполненные медицинские услуги, используется экономическое приложение медицинской информационной системы. Данный блок позволяет автоматически распределить фонд материального поощрения по специалистам в соответствии с критериями, определенными для каждого из них.

Основные положения при формировании системы распределения стимулирующей части оплаты труда:

1. Фонд экономического стимулирования формировать отдельно для каждого этапа оказания медицинской помощи (стационарного и амбулаторного).

2. Целевые стимулирующие выплаты за неотложную помощь, диспансеризацию, раннее выявление онкологических заболеваний



Таблица 1

Определение КДР и сумм стимулирующих выплат

Должность	Кэф.	Ф.И.О.	ОД	План на 1 ст.	Факт	Из них НП	ДС	Сложн.	Уровень качества	МИС	КДР	Сумма за КДР	Сумма за НП	Сумма за ДС	Итог Сумма
Врач-терапевт участковый	4	А.Ф.	18	588	866	164	20	1,0	0,56	0,90	2,97	10 000	1175	4940	16 115
ЛОР-врач	4	М.И.	20	781	923	60	1	1,00	0,94	1,00	4,73	4866	474	250	5590
Фельдшер на вр. приеме	4	Т.Н.	19	588	781	136	0	1,20	0,73	1,00	4,65	4913	1213	0	6126
Медсестра участковая	2	А.П.	18	588	866	164	0	1,00	0,89	1,00	2,62	5000	1312	0	6312
Медсестра ЛОР-врача	2	Н.Н.	20	781	923	60	0	1,00	0,87	0,90	1,85	2075	469	0	2544
Регистратор	2	Е.Ю.	20	500	650			1,2	0,9	1,00	2,81	3148	0	0	3148
Санитарка	1	А.В.	6	800	230			1,00	0,86	1,00	0,25	1292	0	0	1292

осуществлять работникам, непосредственно выполнявшим данные виды работ.

3. Коэффициент достижения результата (КДР) рассчитывать персонально на каждого сотрудника исходя из объема и качества фактически выполненных работ.

При оценке КДР установить следующие критерии:

- 1.** Объем выполненной работы — 80%.
- 2.** Качество — 10%.
- 3.** Работа в МИС «ИнфоМуЗдрав» — 10%.
- 4.** Учитывать результаты медико-экономической экспертизы — 1/10 от размера штрафа СМО накладывать на сотрудника, допустившего нарушение.

Ежемесячно в каждом структурном подразделении формируется матрица распределения фонда материального поощрения. В таблице 1 приведен пример «тела» матрицы, в которое внесены персональные показатели деятельности каждого сотрудника подразделения по следующим критериям: должность сотрудника, базовый (квалификационный) коэффициент (Кэф.), фамилия, имя, отчество сотрудника (Ф.И.О.), количество отработанных дней (ОД), плановое количество условных трудовых единиц на полный месяц на 1 ставку (План на

1 ст.), фактически выполненное количество трудовых единиц (Факт), количество посещений, выполненных с неотложной целью (из них НП), Количество пациентов, пролеченных в дневном стационаре (ДС), сложность выполняемой работы (Сложн.), уровень качества предоставляемых услуг, рассчитываемый ежемесячно в соответствии с положением о внутриведомственном контроле качества (Уровень качества), работа в медицинской информационной системе в соответствии с квалификацией (МИС), коэффициент достижения результата (КДР), сумма стимулирующих доплат за рассчитанный КДР (Сумма за КДР), сумма стимулирующих доплат за оказание пациентам неотложной помощи (Сумма за НП), сумма стимулирующих доплат за лечение пациентов в дневном стационаре (Сумма за ДС), общая сумма начисленных стимулирующих доплат (Итог. сумма).

По данным таблицы видно, что итоговая сумма стимулирующих доплат прямопропорциональна рассчитанному КДР, количеству выполненных посещений по заболеванию, неотложных посещений, количеству пролеченных больных в дневном стационаре, качеству работы и работе в МИС.



Заключение

Предложенная система позволяет эффективно мотивировать сотрудников медицинской организации на достижение лучших результатов деятельности, учесть выполненную работу и значительно увеличить материальное вознаграждение медицинских работников.

Выводы

1. Ввиду необходимости обработки огромного количества информации при оказании первичной медико-санитарной помощи населению учет медицинских услуг без применения систем автоматизированной обработки данных не позволяет эффективно использовать имеющиеся кадровые и материальные ресурсы.

2. Применяемая система распределения фонда материального поощрения по правилу «3:2:1» не позволяет произвести материальное поощрение сотрудника за персональное достижение качественных и количественных показателей труда.

3. Персонифицированный учет медицинских услуг, оценка качества выполненных услуг и расчет стимулирующих выплат на основе индивидуальных показателей результативности являются эффективным методом мотивирования персонала на достижение лучших показателей.

4. Предложенная модель медицинской информационной системы и системы оплаты труда позволяет в автоматизированном режиме проводить учет количества и качества выполненной работы, а также на основе имеющихся данных осуществить расчет персональных для каждого сотрудника стимулирующих доплат, что в конечном итоге способствует повышению доступности и качества медицинской помощи.

5. По данным исследования, после внедрения МИС и новой системы распределения стимулирующего фонда оплаты труда выполнение плана посещений увеличилось на 46%, выполнение плана по дневным стационарам — на 134%, средняя заработная плата врачей увеличилась в 1,7 раза.

ЛИТЕРАТУРА



- 1.** *Кадыров Ф.Н.* Стимулирующие системы оплаты труда в здравоохранении. — М.: ГРАНТЬ, 1998. — 336с.
- 2.** *Кадыров Ф.Н., Филатов В.Н., Хайруллина И.С.* Некоторые аспекты современной системы обязательного медицинского страхования. Часть 2//Менеджер здравоохранения. — 2010. — № 8. — С. 10–20.
- 3.** *Калининская А.А., Дзугаев А.К., Чижикова Т.В.* Кадровая политика в здравоохранении Российской Федерации//Здравоохранение Российской Федерации. — 2009. — № 5. — С. 11–14.
- 4.** *Комаров Ю.М.* К вопросу о приемлемой оплате труда врачей в Российской Федерации//Здравоохранение. — 2009. — № 6. — С. 169–176.
- 5.** *Линденбратен А.Л.* Основные подходы к более эффективному внедрению новой системы оплаты труда в здравоохранении//Зам. гл. врача: лечеб. работа и мед. экспертиза. — 2010. — № 12. — С. 62–65.
- 6.** *Москвитина Н.А.* Порядок и размеры стимулирующих выплат работников учреждений здравоохранения с учетом должностных окладов//ГлавВрач. — 2010. — № 10. — С. 69–71.

**Е.А. БЕРСЕНЕВА,**

д.м.н., профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения, экономики здравоохранения ФУВ РНИМУ им. Н.И. Пирогова, г. Москва, Россия, eberseneva@gkb-31.ru

А.А. СЕДОВ,

генеральный директор ООО «Себер», г. Москва, Россия, gd@seber.ru

Г.Н. ГОЛУХОВ,

д.м.н., чл.-корр. РАМН, профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения, экономики здравоохранения ФУВ РНИМУ им. Н.И. Пирогова, г. Москва, Россия, gkb31@mail.ru

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЛЕКСИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ДОКУМЕНТОВ

УДК: [614.2:002]:681.3

Берсенева Е.А., Седов А.А., Голухов Г.Н. *Актуальные вопросы создания автоматизированной системы лексического контроля медицинских документов (ФУВ РНИМУ им. Н.И. Пирогова, г. Москва, Россия; ООО «Себер», г. Москва, Россия)*

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы необходимости создания и внедрения систем лексического контроля медицинских документов. Также рассматриваются основные особенности создания системы лексического контроля «Элекс», перспективы ее дальнейшего развития.

Ключевые слова: информационные технологии, комплексные автоматизированные информационные системы лечебно-профилактических учреждений, системы лексического контроля, семантический анализ.

UDC: [614.2:002]:681.3

Berseneva E.A., Sedov A.A., Goluhov G.N. *Topical issues of the medical documents lexical control automated system creation (RNRMU, Moscow, Russia; Ltd. «Seber», Moscow, Russia)*

Abstract. In article questions of necessity of creation and implementation of medical documents lexical control automated systems are considered. Also the main features of lexical control system «Eleks» creation, also as prospects of its further development are considered.

Keywords: Information technologies, the complex automated hospital information systems, lexical control systems, the semantic analysis.

На сегодняшний день компьютеры прочно вошли в повседневную жизнь любого медицинского учреждения (<http://www.medlinks.ru/article.php?sid=39541>, 2010) независимо от профиля оказываемых услуг, подчиненности и формы собственности, и невозможно представить формирование любого содержательного медицинского документа без использования ЭВМ.

Возможны два основных способа использования ЭВМ в повседневной практике врача: с применением медицинской информационной системы и без применения медицинской информационной системы.

В случае, если в ЛПУ не используется никакая медицинская информационная система, формирование медицинских документов происходит с использованием возможностей, предоставляемых базовым набором программ, установленных на компьютере. При таком порядке текст документа формируется в текстовом редакторе и сохраняется в виде файла.

В случае, если в ЛПУ используется медицинская информационная система, формирование документа происходит непосредственно в ней, избавляя врача от необходимости сохранять файлы протоколов на диск, а также давая ряд дополнительных возможно-



стей работы с текстом, в том числе в некоторых системах возможно использование таких достижений, как автоматизированный иерархический справочник фраз (ИСФ) (Берсенева Е.А., Стародубов В.И., 2005), и других медицинских словарных систем.

Однако в обоих описанных случаях врачи пользуются таким базовым свойством любой информационной системы, как способность размножить произвольное количество раз однажды полученную информацию без существенных временных затрат со стороны пользователя.

В случае использования текстового редактора врачи накапливают базу фрагментов или даже целых медицинских документов, содержащих типовые элементы медицинского документа, или описывающих наиболее распространенные виды течения часто встречающихся в клинической практике заболеваний. Накопленная информация хранится на диске в виде текстовых файлов различных форматов, в каталогах произвольной структуры, формируемой по усмотрению пользователя.

В случае использования медицинской информационной системы накапливаются так называемые шаблоны — неструктурированные документы с возможностью еще более простой формализованной модификации и размножения с использованием дополнительных возможностей, предоставляемых медицинской информационной системой. Сами шаблоны при этом сохраняются в медицинскую информационную систему. Система хранения шаблонов при этом предоставляет некоторые дополнительные возможности по сравнению с хранением в файле, такие как совместный доступ, регламентированная структура каталога.

Однако следующий из описанных выше наблюдений бесспорный факт, состоящий в том, что теперь врач теперь имеет возможность взять готовый документ и просто «вставить» туда фамилию пациента или «собрать» такой документ из фрагментов, подготовлен-

ных ранее, без связи с конкретным событием в клинической практике, которое врач должен описывать, остался фактически незамеченным со стороны организаторов здравоохранения и ведущих клиницистов.

Между тем на данный момент погоня за экономией времени в клинической практике подталкивает врача использовать наиболее простой путь для формирования содержательной части медицинского документа. При этом в практике информатизации здравоохранения не имеют сколько-нибудь серьезного распространения методы оценки качества медицинского документа, формируемого с использованием любой, как специализированной, так и неспециализированной информационной системы, позволяющие произвести формализованную количественную оценку содержания медицинского документа. Рассматривая возможность создания методов такого анализа, следует уделять особое внимание невмешательству в процесс формирования документа, поскольку только такой подход позволяет сделать метод независимым от функциональности прикладной системы, используемой для формирования текста, а также обеспечить невмешательство в процесс реализации клинического мышления практикующего врача. Кроме того, а, возможно, даже в первую очередь, невмешательство в процесс формирования документа обеспечит клиницисту должную свободу действий при формировании документа, не навязывая ему каких-либо регламентов (заполнения опросников, использование заключений экспертной системы для выполнения определенных диагностических мероприятий, и т.д.).

В ходе проведенных нами работ была создана система «Элекс», реализующая метод анализа текста первичного медицинского документа независимо от источника его происхождения, что позволяет как существенно расширить область применения данной системы за счет возможности анализировать медицинский документ, созданный в любой МИС, так и сни-



Таблица 1

Сравнительные характеристики ручного и автоматизированного способов проверки

	АИС «Элекс»	Ручной режим
Скорость проверки поступившего документа	Высокая	Низкая
Выявление повторяющихся фрагментов на основании сверки с имеющимися в базе	Да	Нет
Проверка по словарю	Да	Нет
Формирование базы для СППР	Да	Нет
Оценка количественного состава документа	Да	Нет
Оценка структуры документа (в случае, если структура определена нормативно)	Да	Нет
Количественная оценка эпизода (дни госпитализации, соответствие МЭС диагнозу, и т.д.)	Да	Нет
Оценка форматирования документа	Нет	Да
Оценка лечебного процесса, описанного в документа	Нет	Да

зять издержки, связанные с вводом такой системы в эксплуатацию за счет отсутствия какого-либо влияния с ее стороны на сам процесс формирования документа. Созданный нами подход существенным образом отличается от подходов, предложенных ранее (Загоруйко, 1999; Jain A. et al., 1999; Thomas Hofmann, 1999; Yang et al. 2002; Dobrynin, 2004).

Приведенная *таблица 1* содержит сравнительные характеристики ручного и автоматизированного способов проверки.

Архитектура системы построена с использованием современных принципов создания информационных систем, что дает возможность применить ее в гетерогенных средах информационного обмена для создания больших высоконагруженных хранилищ данных. Система включает в себя следующие компоненты:

- Сервис получения документов из файлового хранилища. Является внешним. Данный сервис используется в случае, если информационная система, являющаяся источником документа, не поддерживает обмен данными по SOA-модели. В этом случае возможна загрузка документов из файлового хранилища. Сервис осуществляет сбор документов по протоколу FTP.

- Сервис получения документов по SOA-модели взаимодействия. Является внешним. Предназначен для загрузки документов из систем, поддерживающих работу с SOAP или REST-сервисами. Взаимодействие с данным сервисом является предпочтительным, поскольку именно такой способ приема документов обеспечивает наибольшую безопасность и масштабируемость системы. Также именно с применением этого сервиса может быть реализовано подписание документа ЭП. Сервис работает в синхронном режиме.

- Сервис создания индекса документов в базе данных. Является внутренним, не предоставляет каких-либо сведений во внешние источники. Используется для обеспечения транзакционной поддержки при загрузке документов в хранилище. Не обрабатывает внутреннее содержание документа, только регистрирует факт получения документа с учетом источника и стадии его обработки. В дальнейшем именно данные в индексе используются остальными сервисами системы в случае, если необходим доступ к документу.

- База данных содержимого документа, словаря и типовых элементов. Все сервисы, преобразующие полученный документ, ведут запись в



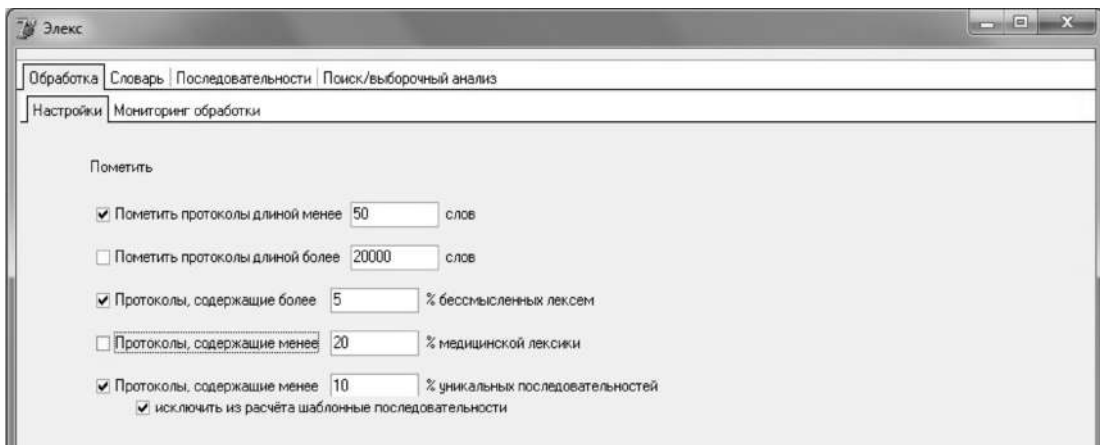


Рис. 1. Диалоговая форма настройки параметров сервиса предварительной оценки до начала работы сервиса первичного разбора полученного документа и сервиса структурного и лексического анализа (указание этих параметров до начала загрузки документов позволяет в значительной степени автоматизировать процесс оценки)

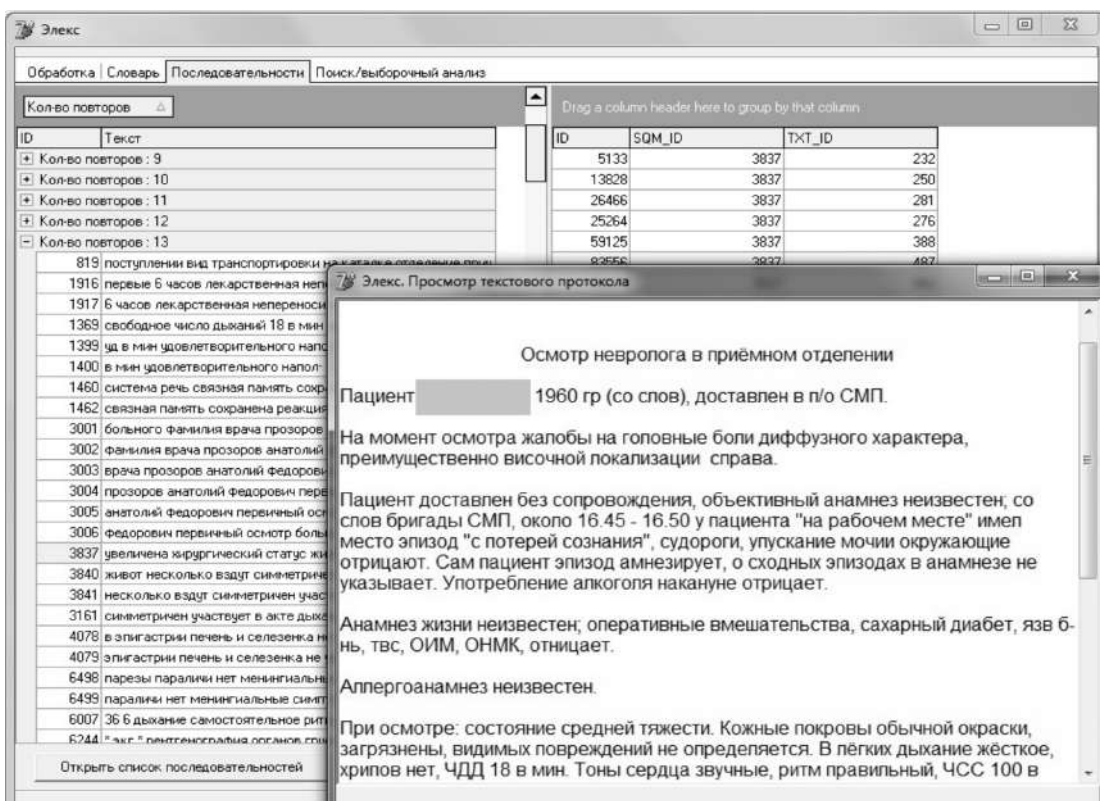


Рис. 2. Сервис формирования реестра типовых элементов документа. Слева расположен реестр типовых элементов документа с указанием количества повторов в базе документов. Справа — перечень указателей на документы, содержащие данный типовой элемент. На переднем плане — протокол, открытый по нажатию на указатель

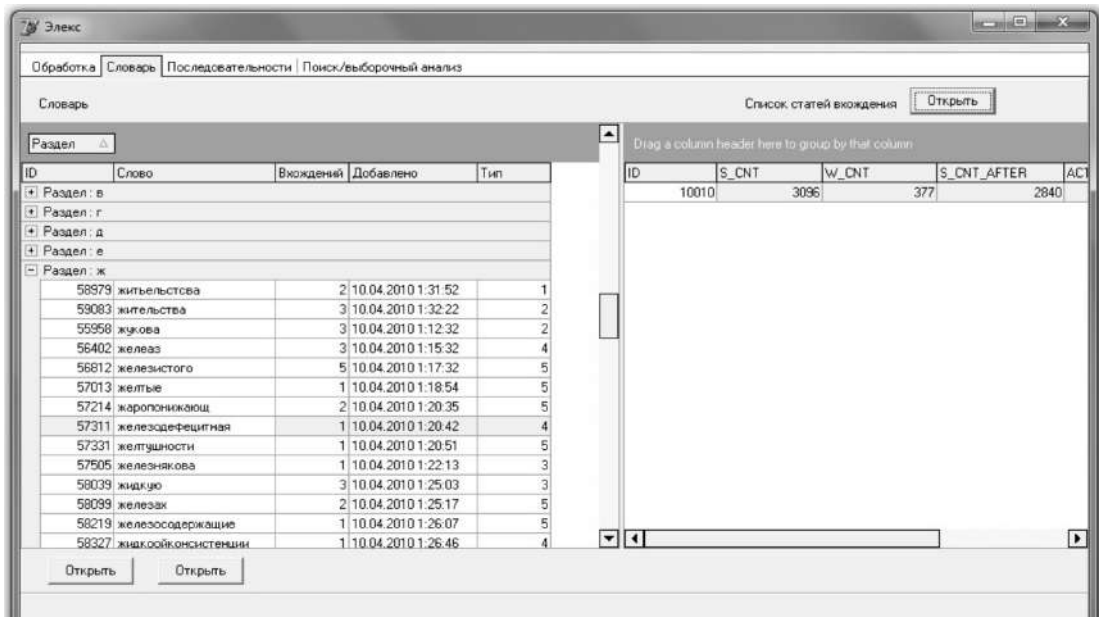


Рис. 3. Пример использования сервисов (Отображены результаты работы сервиса формирования словаря (слева) и сервиса поиска (справа), В результатах работы сервиса словаря выбрано слово, содержащее опечатку. При этом сервис поиска отобразил указатель на документ, содержащий данное слово)

эту базу с привязкой к индексу документов. Построена на основе реляционной СУБД.

- Сервис файлового хранения полученных документов в привязке к индексу. Хранит первичные данные подученного документа в неизменном виде.

- Сервис первичного разбора полученного документа. Производит разбор документа на отдельные элементы с созданием соответствующих данных о документе в базе (рис. 1). Сервис выделяет фрагменты документа длиной в одно слово для сверки со словарем, длиной пять и десять слов — для сверки в сервисе структурного анализа (см. ниже).

- Сервис структурного и лексического анализа. Осуществляет сопоставление элементов, полученных в ходе работы предыдущего сервиса, с данными словаря и данными сервиса типовых элементов по «чешуйчатому» алгоритму. Практика показала наибольшую эффективность использования чешуек длиной пять и десять слов.

- Сервис формирования реестра типовых элементов документа (рис. 2). Осуществляет формирование реестра типовых элементов документа и сверку данных вновь поступающего документа с реестром с целью выявления так называемых «элементов шаблонов» — часто повторяющихся фрагментов документов, которые целесообразно отнести к структуре документа, а не к его содержательной части. Результаты работы этого сервиса используются с целью отделить элементы шаблона от значимого текста при оценке степени уникальности документа, поскольку сам размер шаблонных последовательностей значительно больше, чем уникальное содержимое, и в случае, если шаблонное содержание не выделено, оно окажет существенное влияние при оценке уникальности документа.

- Сервис оценки документа. Выполняет количественную оценку документа по ряду формальных критериев, таких как наполненность медицинской лексикой, объем использованных «элементов шаблонов», содержатель-



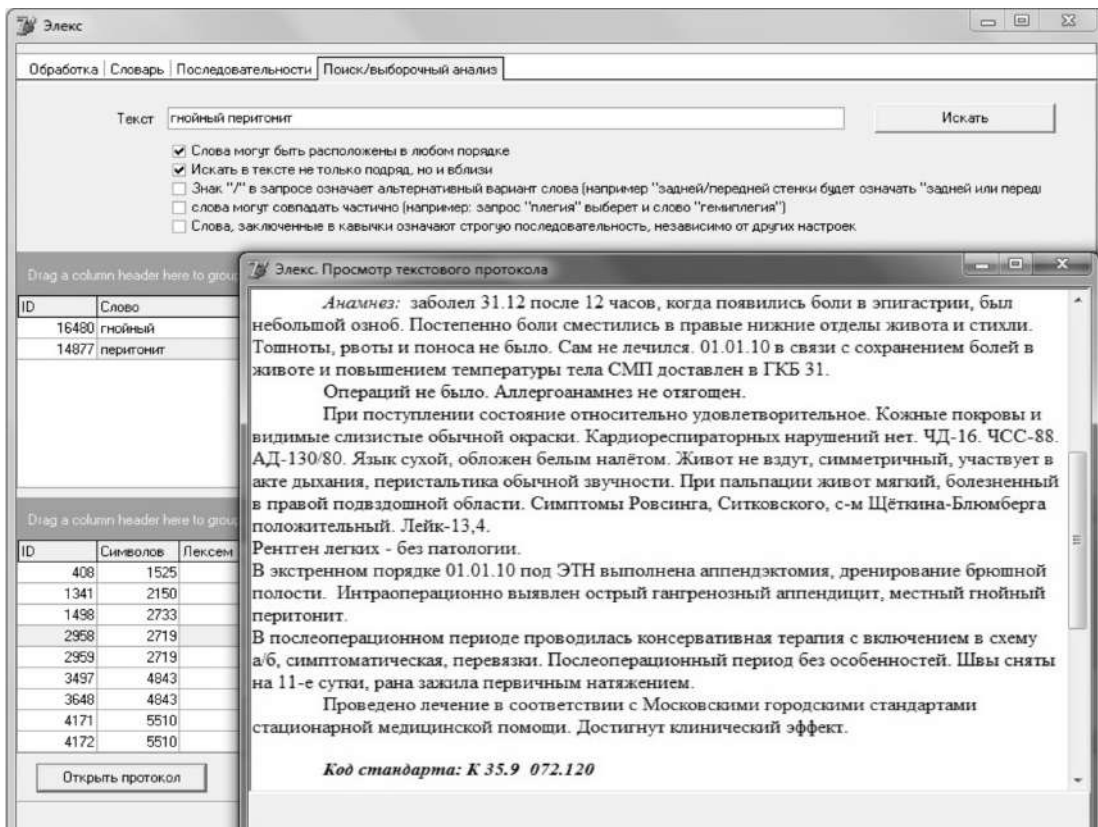


Рис. 4. Сервис поиска в хранилище. На заднем плане — форма с параметрами поиска и указателями на найденные документы. На переднем плане — один из найденных документов

ная целостность документа, основываясь на результатах работы сервисов, описанных выше.

- Сервис формирования словаря. Используется для формирования словаря медицинской и немедицинской лексики (рис. 3). Словарь наполняется автоматически по результатам анализа поступающих документов, ручную производится только классификация элементов, что позволяет существенно снизить трудозатраты на его ведение.

- Сервис формирования признаков содержательной целостности. Позволяет установить минимальный набор элементов, присутствие которых необходимо в документе, в привязке к типу документа. Используется в случае, если известен тип полученного документа (осмотр, эпикриз, протокол операции, и.т.д.)

- Сервис поиска в хранилище. Позволяет производить высокопроизводительный поиск по всей базе документов, основываясь на индексах, построенных описанными выше сервисами.

Несмотря на достигнутые результаты, необходима доработка системы. На данном этапе выделяются следующие основные направления доработки:

- Анализ «неформальных» способов разметки, примененных при формировании первичного документа, таких как курсив, подчеркивание, выделение цветом и жирным шрифтом.
- Работа с электронными подписями при получении документов
- Поддержка зарубежных форматов информационного обмена, таких как профили



IHE, OpenEHR, Snomed, и др., которые могут быть применены при разметке документа.

- Работа с различными типами медицинских документов в части формирования признаков содержательной целостности.

- Работа с изображениями. Все чаще получаемые из МИС документы содержат изображения как часть описания клинической картины, соответственно возникает необходимость работы с такими изображениями.

По нашей оценке критическое осмысление отрицательной роли информационных систем в клинической практике невозможно без создания базовых унифицированных механизмов всестороннего анализа содержательной части медицинского документа, независимо от источника его происхождения и примененной при его формировании конкретной информационной системы.

Хочется отметить, что задача создания такого фундаментального метода не является тривиальной и не может быть решена в рамках других прикладных задач информатизации здравоохранения, поскольку требует приме-

нения практических и методических подходов, которые не используются ни в клинической практике, ни при решении задач информатизации в других отраслях или системной интеграции.

Именно создание такого фундаментального метода, который позволит эффективно анализировать любой медицинский документ по формальным критериям качества содержания (таким, как объем и характер используемой медицинской лексики, количество заимствований фрагментов текста их других документов и объем уникальных словарных конструкций), создаст предпосылки для дальнейшего эффективного применения информационных технологий на этапе формирования первичного медицинского документа.

Кроме того, следует учесть, что без решения базовой задачи лексического анализа текста здравоохранение в целом остается совершенно закрытым для применения методов семантического анализа, хотя именно здесь применение этих технологий открывает самые широкие практические перспективы.

ЛИТЕРАТУРА



1. Берсенева Е.А., Стародубов В.И. Информационное обеспечение автоматизированной информационной системы лечебно-профилактического учреждения//Проблемы управления здравоохранением. — 2005. — № 6. — С. 11–18.
2. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. — Новосибирск: Издательство Института математики, 1999. — 270 с.
3. Dobrynin V., Patterson D., Rooney N. Contextual document clustering//In Proceedings of the 26th European Conference on Information Retrieval Research, LNCS 2997. — 2004. — P. 167–180.
4. Thomas Hofmann Probabilistic Latent Semantic//Indexing, Proceedings of the Twenty-Second Annual International SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval (SIGIR-99), 1999.
5. Jain A., Murty M., Flynn P. Data Clustering: A Review//ACM Computing Surveys. — 1999. — Vol. 31. — № 3.
6. Yang Y., Guan H., You. J. CLOPE: A fast and Effective lustering Algorithm for Transactional Data//In Proc. of SIGKDD'02, July 23-26, 2002, Edmonton, Alberta, Canada.
7. <http://www.medlinks.ru/article.php?sid=39541>.



В.О. НОВИЦКИЙ,
д.т.н., профессор МГУПП, генеральный директор ООО «Диакса-Софт», г. Москва, Россия,
nvo60@yandex.ru

Э.Ю. ТАРОНИШВИЛИ,
президент группы компаний «ГамбраМедикал», г. Москва, Россия,
Eric.Taronishvili@gambramedical.ru

Е.М. ШИЛОВ,
д.м.н., профессор, заведующий кафедрой «Нефрология и гемодиализ» Первого МГМУ
им. И.М. Сеченова, главный нефролог Минздрава РФ, г. Москва, Россия, emshilov@mma.ru

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ MAXIMUS

УДК 002.53:004.89

Новицкий В.О., Таронишвили Э.Ю., Шилов Е.М. *Автоматизированная информационная система управления лечебно-диагностическим процессом Maximus (ООО «Диакса-Софт», г. Москва, Россия; Группа компаний «ГамбраМедикал», г. Москва, Россия; Первый МГМУ им. И.М.Сеченова, г. Москва, Россия)*

Аннотация: Представлены основные компоненты комплексной автоматизированной системы управления лечебно-диагностическим процессом, разработанной на основе системного подхода с внедрением в отделениях нефрологии и гемодиализа. Приведена структура целей системы, рассмотрены концепция PLM и современные информационные технологии, положенные в основу системы, регламентирование и разработка бизнес-процессов, электронная история болезни и автоматический сбор информации о параметрах состояния пациента, элементы системы поддержки принятия решений по диагностике, программе лечения и анализу причинно-следственных связей нозологий, построенные на основе экспертной базы знаний. Показаны Web-интерфейс и аналитическое представление информации в 3D-графике.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система управления, поддержка принятия решений, концепция PLM, лечебно-диагностический процесс, нозология, системный подход, структура целей, стратегическая карта, BSC, бизнес-процесс, база знаний, экспертная система, диагностическая машина, программа лечения, анализ причинно-следственных связей, экспертная база знаний, измерительное оборудование, параметры состояния, пациент, врач, нефрология, гемодиализ, Web-интерфейс, 3D-графическое представление информации.

UDC 002.53:004.89

Novitskiy V.O., Taronishvili E.J., Shilov E.M. *The Maximus automated information system for managing treatment and diagnostic process (Ltd. «Diaksa-Soft», Groups of companies «GambraMedical», I.M.S echenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia).*

Abstract. We introduce the basic components of an integrated automated diagnosis and treatment process control system, developed on the basis of a systematic approach with the introduction of the system in nephrology and dialysis centers. We show the structure of the objectives of the system, discuss the concept of PLM and modern information technology underlying the system, regulation and development of business processes, electronic medical history and automated collection of information about the parameters of the patient, the elements of diagnosis decisions support system, treatment program and analysis of cause and effect links between nosologies, built on the basis of expert knowledge base. We show web-based analytical information reporting tool in 3D-graphics.

Keywords: automated information management system, decision support, diagnosis and treatment process, nosology, systematic approach, a framework of goals, strategic map, the business process, knowledge base, expert system, diagnostic machine, the treatment program, the analysis of cause-and-effect links, knowledge base, the doctor, the patient, nephrology, hemodialysis, Web-interface, 3D-graphic based representation of information.



Важнейшими тенденциями развития здравоохранения в настоящее время являются:

- старение населения и повышение актуальности медицинских услуг; их удорожание;
- оплата медицинских услуг через систему страхования пациентов;
- генерация огромного объема информации о пациентах, болезнях и средствах лечения наряду с низкой эффективностью ее использования;
- стремление к формализации медицинских знаний и обеспечению доступа к ним врачей и пациентов;
- регламентирование бизнес-процессов оказания медицинских услуг;
- быстрое развитие медицинского оборудования и препаратов;
- бурное развитие информационных технологий, активно проникающих в сферу здравоохранения; их интеграция с медицинскими консультационными услугами, а также лабораторными и инструментальными средствами исследований и воздействий;

— пациент все в большей степени рассматривается как «знаток благодаря накопленному опыту», чье активное участие в принятии решений имеет ключевое значение, и становится равноправным и активным партнером в организации и ведении своей медицинской помощи.

Решение проблем в соответствии с вектором тенденций развития современного здравоохранения можно обеспечить комплексом взаимосвязанных мер в социальной, материально-технической, организационно-экономической и технологической сферах как для отрасли в целом, так и в рамках конкретных ее подсистем по областям медицины.

Автоматизированная информационная система управления лечебно-диагностическим процессом Maximus является одним из основных компонентов, призванных внести решительную лепту в повышение результативности и эффективности здравоохранения как в нашей стране, так и за рубежом.

Миссия системы Maximus — максимальное улучшение состояния пациента. Главная цель системы — повышение качества лечебно-диагностического процесса (ЛДП). Структура целей Maximus (рис. 1) лежит в основе организационной структуры и бизнес-процессов всех (более 10) частных центров нефрологии и гемодиализа некоммерческого частного учреждения «Нефрологический экспертный совет» (НЭС) — главного пользователя системы в настоящее время.

Лечебно-диагностический процесс в отделении (центре) нефрологии и гемодиализа является базовым объектом управления в Maximus, спроектированным с учетом масштабирования на другие области медицины.

Все элементы в системе рассматриваются как агрегированные множества параметров, соединенные причинно-следственными связями: параметры состояния пациентов, процедур, оборудования, экономические показатели, критерии оценки качества лечения, работы персонала и клиники в целом...

Управляющим модулем в Maximus является система поддержки принятия решений (СППР) [1], который в качестве управляющих сигналов вырабатывает предполагаемые диагнозы и клинические протоколы (программы лечения), включающие мероприятия-рекомендации по воздействиям и/или по дополнительным исследованиям. Вырабатываемые управляющие сигналы — мероприятия — являются рекомендациями (наилучшей альтернативой с позиции принятия решений), которые становятся управлениями только после утверждения их врачом как лицом, принимающим решение (ЛПР), и пациентом.

СППР вырабатывает УР на основе базы знаний (БЗ) — компонента СППР, которая формируется на основе экспертной информации и пополняется знаниями на опыте проведения ЛДП.

В основу системы положена концепция PLM (Product Life Management), основные этапы спиралевидного жизненного цикла которой включают:



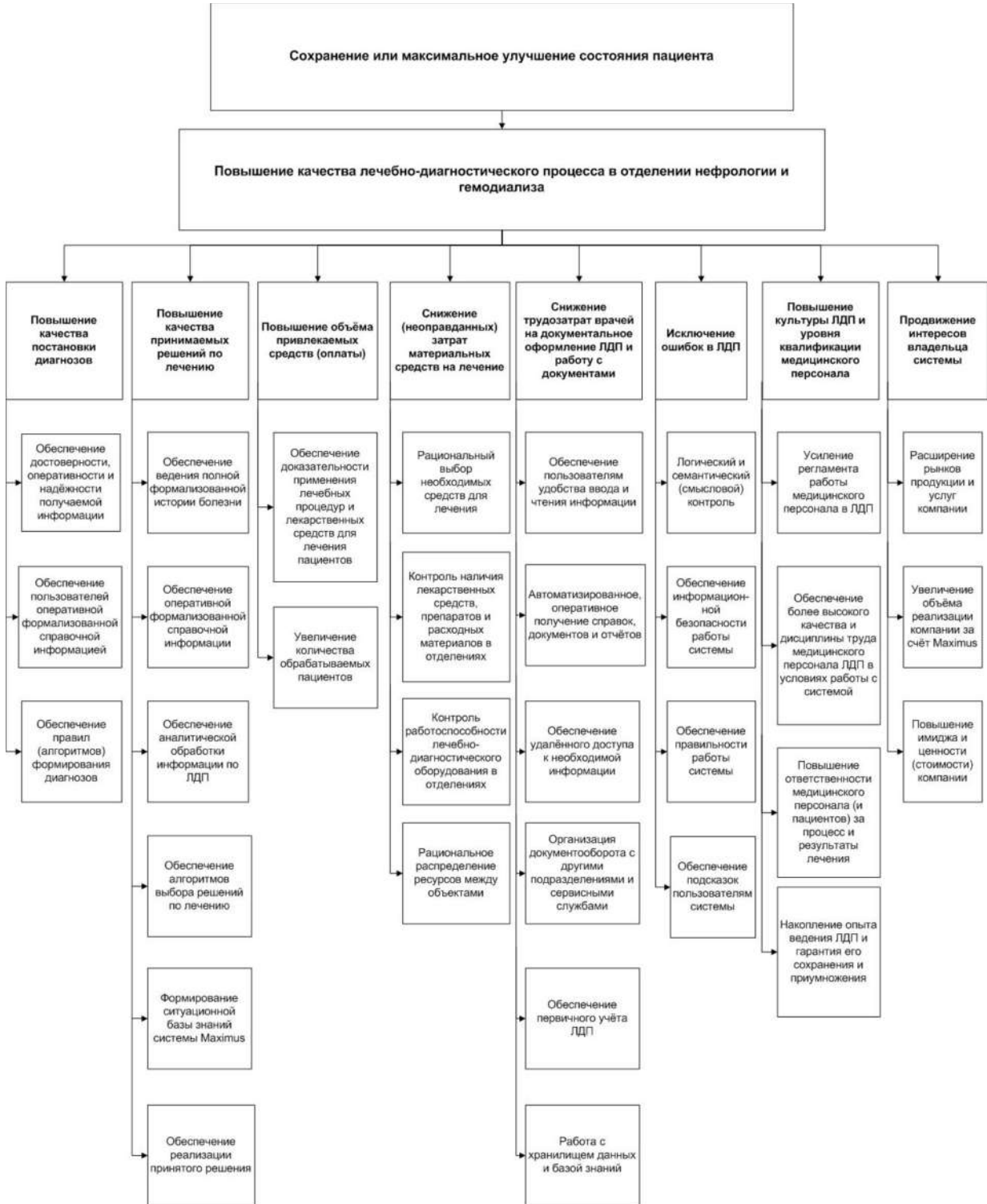


Рис. 1. Структура целей системы Maximus



- a.** Идея (медицинское сопровождение пациента от поступления до исхода).
- b.** Исследование и системный анализ требований и потребностей.
- c.** Создание и развитие организационной структуры системы.
- d.** Проектирование и развитие бизнес-процессов системы.
- e.** Проектирование системы и ее компонентов, создание документации по видам обеспечения.
- f.** Наполнение и ведение справочников и классификаторов, их анализ и развитие.
- g.** Формирование БЗ (обучение системы) и ее регулярное пополнение опытом ведущих экспертов, данными статистики эксплуатации системы и выявленными закономерностями причинно-следственных связей.
- h.** Обучение медицинского персонала и пациентов работе в системе.
- i.** Постоянный контроль и оценка качества ЛДП по разрабатываемым критериям.
- j.** Сопровождение и развитие системы на основе организации обратных связей.
- k.** Сбор данных и оценка критериев работы системы, изменения потребностей, социально-экономических и материально-технических факторов внешней среды, определяющих необходимость реструктуризации системы.

Далее осуществляется переход снова к пункту **b**.

Методология PLM в системе декомпозируется и реализуется также для ее компонентов: пациентов, оборудования, базы знаний, персонала, отделения и т.д.

Maximus построен на основе применения современных информационных технологий и развивается как взаимосвязанный многофункциональный набор сервисов, которые могут использоваться большим количеством разнообразных удаленных пользователей. На основе Web-сервисов может компоноваться, масштабироваться и адаптироваться в соответствии с особенностями каждого конкретного лечебно-диагностического учреждения или

медицинской компании требуемая система управления. С этой целью система строится на основе сервис-ориентированной архитектуры (SOA) [2].

Для решения задач многомерного учета и поиска применяются транзакционные и многомерные БД, а также OLAP-технология.

Для проектирования, развития и сопровождения системы используются современные Case-технологии и программные пакеты.

Система управления и регламенты деятельности современной медицинской компании на всех уровнях могут быть построены на базе методологии Сбалансированной системы показателей (ССП или Balanced Score Card — BSC) с использованием стратегических карт (СК) [3]. В Maximus это реализовано как для медицинского концерна в целом, так и для клинической компании, регионального центра нефрологии и гемодиализа (рис. 2) и вплоть до каждого участника ЛДП.

СК предусматривает определение конкретных критериев оценки в привязке к целям, соответствующим 4 перспективам развития (аспектам деятельности) компании. В Maximus это — пациенты, внутренние процессы, обучение и развитие, финансы.

Цели по всем перспективам связаны между собой причинно-следственными связями, соответственно и критерии оценки их достижения взаимозависимы. В основе критериев лежат различные показатели процессов, состояния пациентов, оборудования и др., получаемые автоматически или автоматизированно путем измерений и сбора информации.

Цели и критерии оценки в СК масштабированы и связаны с бизнес-процессами соответствующего уровня детализации. Так, в Maximus по СК компании оценивается деятельность и управление на уровне медицинской компании, по СК центра (отделения) нефрологии и гемодиализа оценивается эффективность работы регионального отделения и качество лечения пациентов, по СК работника — объем и качество работы каждого мед. работника и ка-



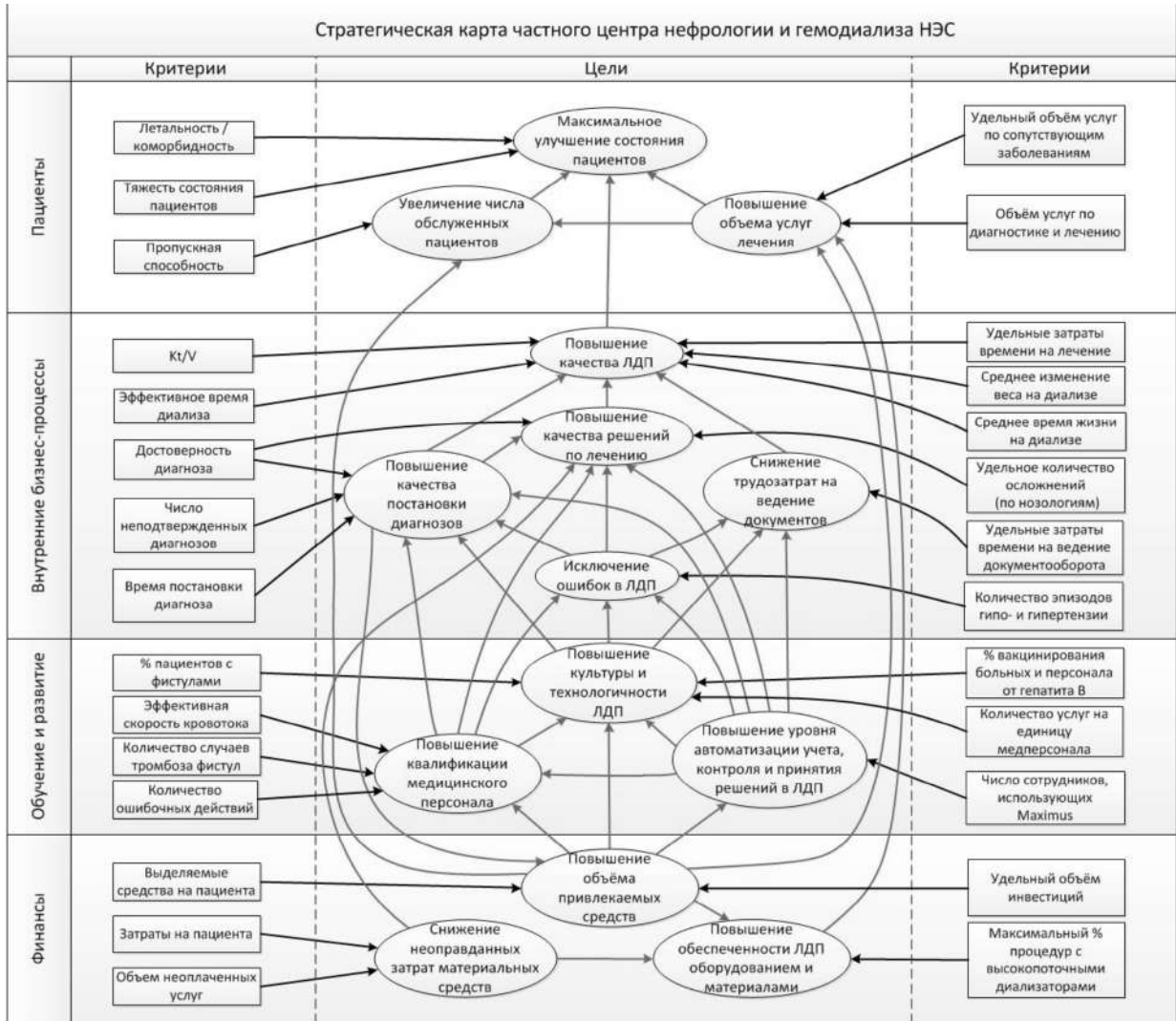


Рис. 2. Стратегическая карта сбалансированной системы показателей для отделения нефрологии и гемодиализа

чество лечения каждого конкретного пациента. Причинно-следственные связи в Maximus моделируются как для целей/критериев, так и для симптомов, синдромов и нозологий (болезней). Так, в виде графов и таблиц представлены связи между главными нозологиями, сопутствующими болезнями и возможными осложнениями с привязкой к соответствующим системам органов и кодам МКБ-10. Это используется при постановке диагнозов, выра-

ботке назначений, прогнозировании динамики состояния пациента и хода ЛДП.

Исследование причинно-следственных связей и бизнес-процессирование в Maximus осуществляются с использованием Case-средств в нескольких нотациях, включая IDEF [4], BPMN (Business Process Modeling Notation) [5], и современных программных пакетов.

В Maximus автоматизированно поддерживаются и являются обязательными графическое и

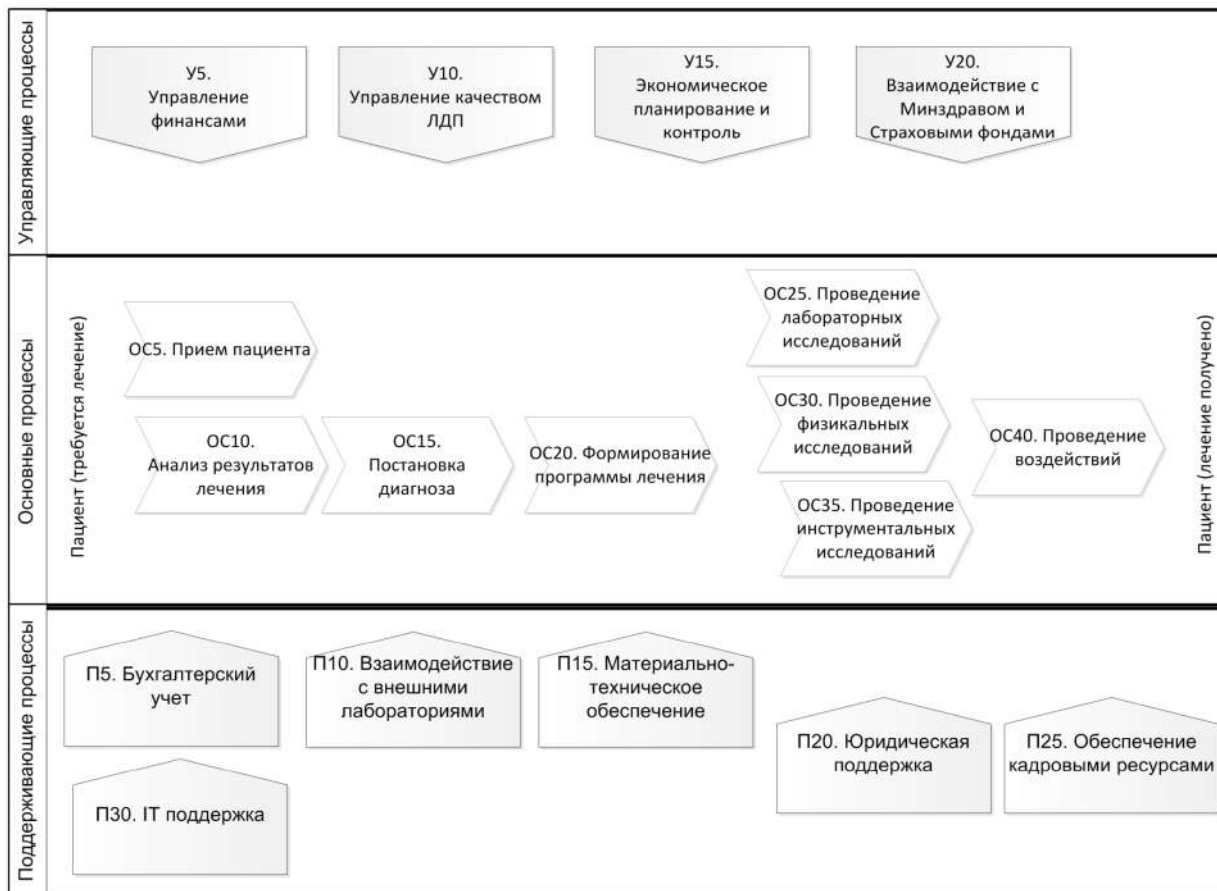


Рис. 3. Верхний уровень описания бизнес-процессов – «Ландшафт» медицинской компании

текстовое описание бизнес-процессов: функции по ролям, сценарии, информационные потоки с декомпозицией от общего к частному на всех уровнях детализации. Так, описание «Ландшафта» медицинской компании на 0-уровне (рис. 3) раскрывается на уровне 1 (например, для БП ОС25-Проведение лабораторных исследований) в структурно-функциональной диаграмме IDEF0 (рис. 4), а функция (например, ОС25.5-Подготовиться к отбору проб материала) описывается в нотации BPMN (рис. 5) с указанием актеров (ролей), информационных потоков (источников, сообщений, документов), сценариев действий (событий, условий) и результирующих связей (вход, исход).

На основе структуры целей и формализованного описания бизнес-процессов в системе формируются организационная структура, штатное расписание, функциональные обязанности и должностные инструкции персонала, а также оцениваются работа сотрудников и изменение состояния пациентов в отделениях нефрологии и гемодиализа НЭС.

На основе бизнес-процессов в Maximus созданы гибкие пользовательские интерфейсы в виде кабинетов (врача (рис. 6), пациента, медсестры и др.), которые настраиваются с использованием виджетов в соответствии с потребностями конкретных пользователей. Интерфейсы также реализованы в нескольких различных



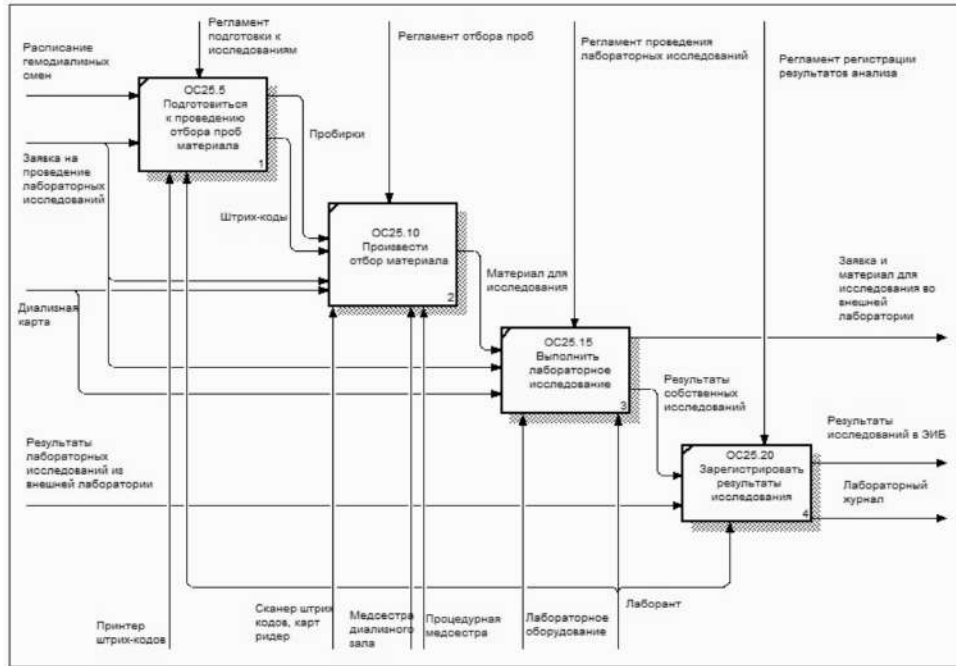


Рис. 4. Описание 1-го уровня бизнес-процесса в нотации IDEF0 — структурно-функциональная диаграмма процесса лабораторных исследований

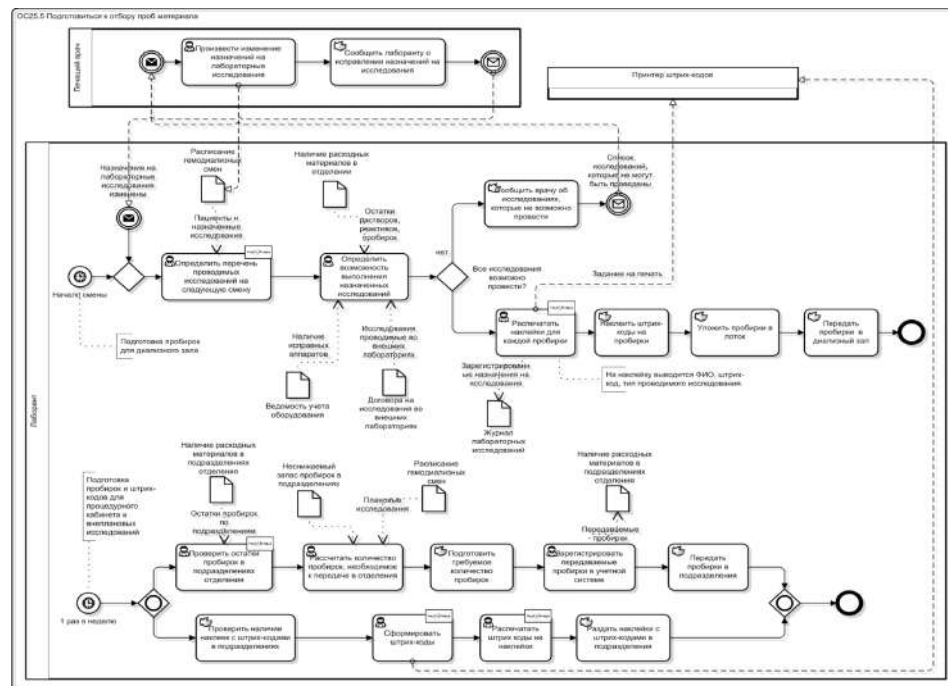


Рис. 5. Описание 2-го уровня бизнес-процесса в нотации BPMN: подпроцесс отбора проб для лабораторных исследований



Рис. 6. Экран виджета «Кабинет врача»

дизайнерских решениях и могут меняться в зависимости от предназначения, условий адаптации, психологических предпочтений и др. объективных и субъективных факторов.

Пользовательские интерфейсы также в зависимости от уровня управления представлены в 2 видах: одни из них ориентированы на автоматический сбор информации, контроль и управление параметрами ЛДП, другие более приспособлены на аналитическую обработку информации.

На основе бизнес-процессов в Maximus составлен альбом унифицированных медицин-

ских документов и отчетов. Альбом форм может быть оперативно адаптирован к условиям специфики работы лечебного учреждения.

В ходе ЛДП производятся сбор, фиксация, обработка и представление информации о пациенте в электронной истории болезни, отражающей статусные данные, поставленные диагнозы и предписанные назначения, результаты физикальных, лабораторных и инструментальных исследований, терапевтических и др. воздействий, параметры состояния пациента в динамике и др. информация.



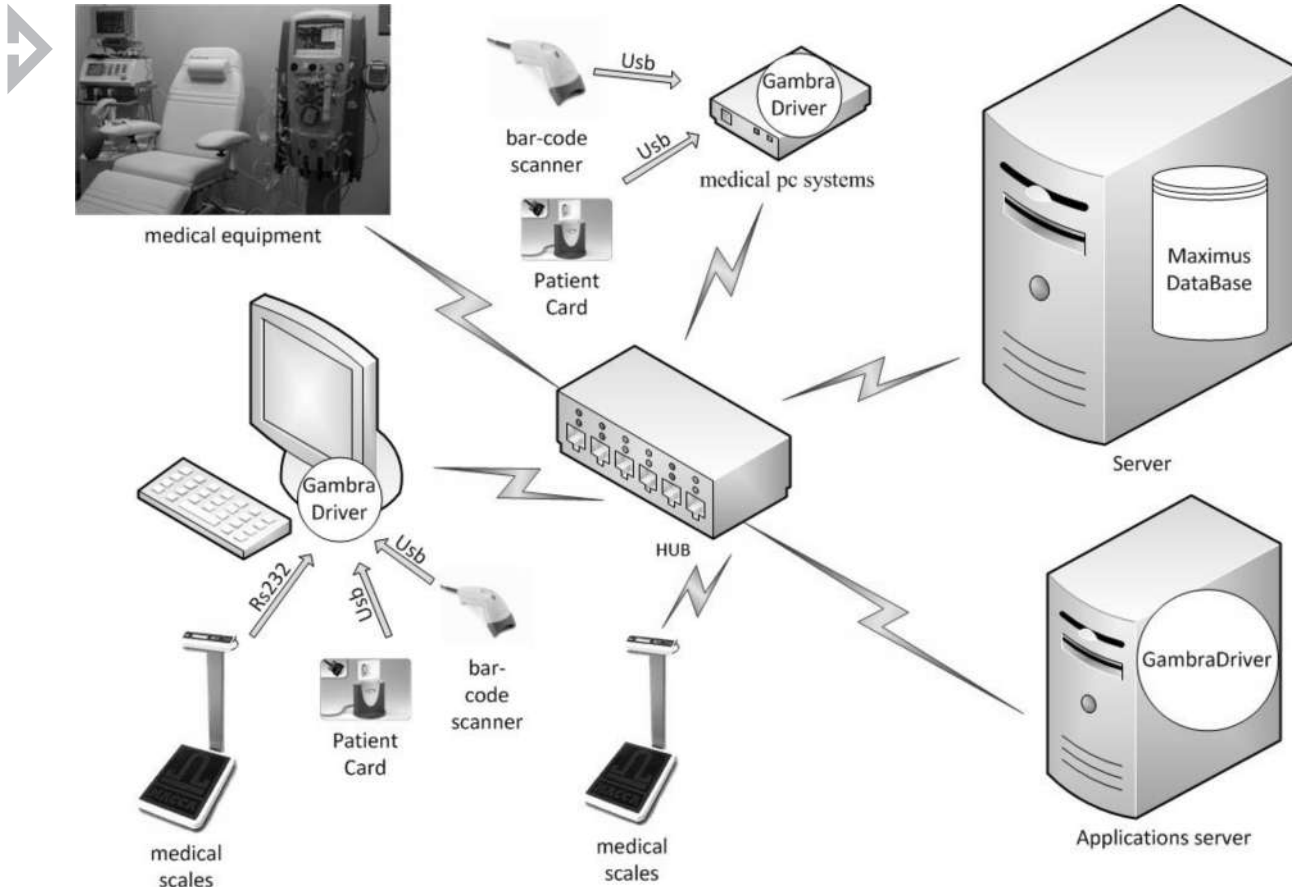


Рис. 7. Сбор информации с оборудования с помощью модуля Maximus-Driver

Большая часть информации может собираться автоматически с различных измерительных устройств. Для этого в системе предусмотрен и активно используется модуль Maximus-Driver (рис. 7). С его помощью с большого количества различных подключаемых аппаратов и измерительного оборудования в историю болезни в режиме On-Line считывается и записывается информация об идентифицируемом (па карте) пациенте, его весе, давлении, пульсе, температуре, содержании различных веществ и др. данные. Модуль Maximus-Driver позволяет также заносить в аппараты выработанные системой (СППР Maximus) параметры предписаний, которые после обязательного подтверждения

ЛПР используются в ходе процедур. Наряду с параметрами пациента, Maximus-Driver считывает и обрабатывает параметры состояния лечебно-диагностического оборудования, выдавая различные предупреждения, необходимые сигналы о возможных неисправностях и возникновении аварийных ситуаций.

Номенклатура подключаемого оборудования в библиотеке Maximus-Driver постоянно пополняется по мере появления на рынке медицинских приборов новых передовых образцов различных фирм.

В Maximus реализован удаленный ввод информации о пациентах по всему перечню необходимых параметров. Разработанный для этого специальный Web-интерфейс позво-

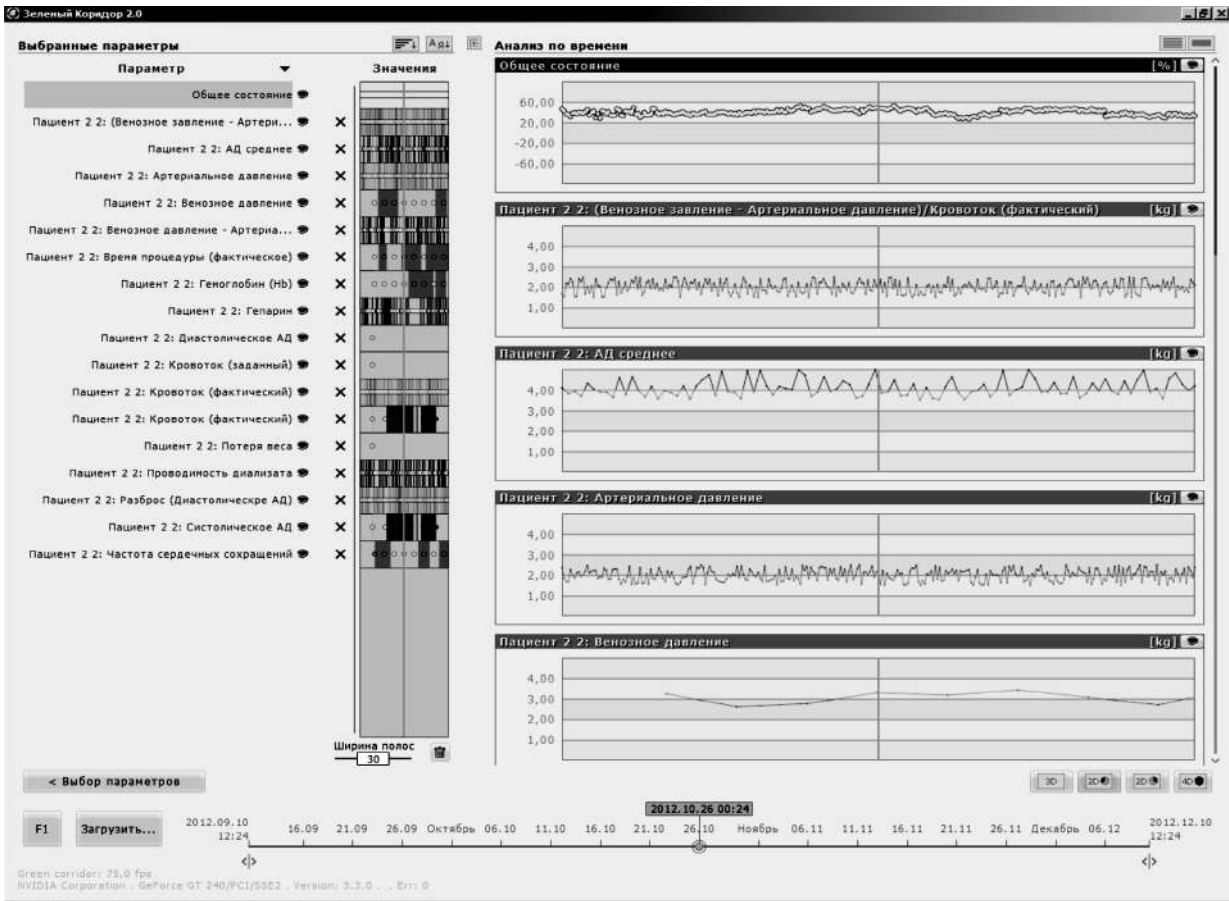


Рис. 8. Визуализация и анализ параметров состояния пациента в MGA

ляет в режиме On-Line пополнять историю болезни, контролировать состояние пациента, получать и передавать информацию о ЛДП и отчеты о работе персонала и лечебного отделения/центра в целом. Web-интерфейс Maximus позволяет реализовать современные медицинские технологии, включая «домашний госпиталь».

Важной компонентой Maximus, очень удобной для оперативной оценки динамики состояния пациентов и соответствующих параметров ЛДП, является Maximus Graphic Analyzer (MGA), позволяющий в табличном и графическом виде отображать значимые параметры пациента и лечебного процесса во времени с указанием их отклонения от нормы (рис. 8).

Если параметр находится в зоне нормы, то на графике он выделяется зеленым цветом, то есть находится в «зеленом коридоре». Параметры в зоне неустойчивого отклонения от нормы выделяются желтым цветом, в зоне явного отклонения от нормы — красным. В MGA можно по интересующему временному срезу посмотреть все необходимые соответствующие параметры состояния пациента и процесса и таким образом проследить возможные причинно-следственные связи.

MGA представляет также возможность увидеть общую картину динамики состояния пациента по заданной группе значимых параметров за период, используя понятие «зеленого коридора», «красной зоны» и т.п. в 3D-



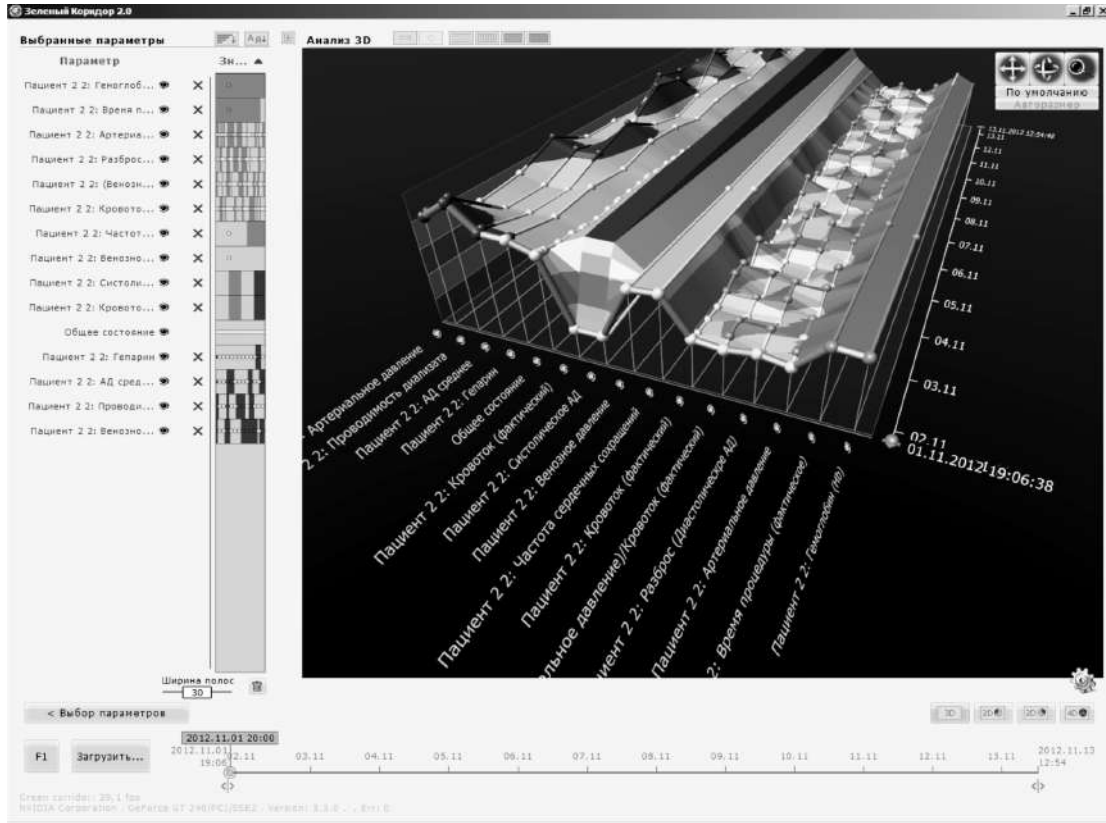


Рис. 9. Визуализация динамики параметров состояния в 3D в MGA

графическом представлении (рис. 9). Такой взгляд добавляет оперативности в оценке изменения состояния пациента и эффективности лечения, экономит время специалиста и, главное, позволяет увидеть проблему лечения в целом и принять правильное решение по программе назначений.

Эффективность ЛДП оценивается как по качеству и результату лечения, так и по его стоимости. Для этого в Maximus заложены возможности управления как по медико-технологическим, так и по экономическим показателям и критериям. К соответствующим функциям, реализованным в Maximus, относятся:

- расчет затрат на программу лечения по каждому пациенту;
- расчет оплаты за лечение в соответствии с нозологиями в диагнозе по МКБ-10;

— оптимизация программы лечения различным критериям — медицинским и экономическим — с учетом необходимых условий и ограничений;

— расчет показателей и анализ возможностей повышения экономической эффективности ЛДП.

В системе Maximus по заданному регламенту осуществляются сбор данных ЛДП из (серверов) отделений и центров нефрологии и гемодиализа, их централизованное хранение и статистическая обработка в аналитической службе НЭС. Это позволяет планировать распределение ресурсов в медицинской компании (расходные материалы, оборудование, финансы и др.), выявлять актуальные диагнозы, тенденции развития заболеваний в регионах, изменение состояния пациентов с целью свое-



временного воздействия на возникающие ситуации и решения возможных проблем.

Таким образом, Maximus интегрирует в себе несколько классов систем: классифицирующих, дополняющих и трансформирующих. Она является экспертной анализирующей системой с частично детерминированными знаниями, получающими их из единого источника — БЗ.

Maximus является самообучающейся индуктивной прецедентной системой.

Maximus является адаптивной системой с применением на начальной стадии Case-технологий проектирования с последующим компонентным проектированием при масштабировании и расширении предметной области медицины в системе.

Приведенная идентификация Maximus является основой для формирования БЗ, являющейся интеллектуальным ядром системы и важнейшей частью ее СППР.

Ввод и пополнение знаний в БЗ осуществляются под управлением специалистов — инженеров знаний (аналитиков).

Исходные знания по описанию нозологий берутся на основе обработки данных экспертного опроса ведущих специалистов по областям медицины и формируются в виде фреймовой компоненты БЗ. В ней же в формализованном виде хранятся и пополняются знания по клиническим протоколам лечения пациентов, формируемые на основе авторитетных международных источников, включая www.uptodate.com, а также The National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE) (<http://www.nice.org.uk>) и др.

Своевременная оперативная постановка достоверного диагноза — важнейшая задача, в решении которой СППР Maximus призвана оказывать активную помощь врачу в ходе ЛДП. Данная задача решается модулем «Диагностическая машина».

Выявленные симптомы у пациента из ЭИБ формализуются в признаковом пространстве в виде ситуации, для которой либо подбирается аналогия (диагностический паттерн) в

прецедентной компоненте БЗ, либо ищется решение по фреймовой компоненте описания нозологий. Если имеющихся симптомов недостаточно для постановки достоверного диагноза, то программа на основе анализа описаний наиболее подходящих нозологий по БЗ выдает рекомендуемые дополнительные исследования, целесообразные с позиции значимости, повторяемости, скорости и трудоемкости проведения. Результатом работы диагностической машины является диагноз пациента (рис. 10), содержащий: одну или группу нозологий с указанием главной (основной), сопутствующих и нозологий-осложнений с привязкой к МКБ-10; значения соответствующих критериев достоверности и (или) вероятности наличия данных болезней у пациента, критерии тяжести этих заболеваний у пациента, характеризующих тяжесть его состояния. Врач, руководствуясь рекомендуемой информацией, выданной диагностической машиной, подтверждает диагноз в ЭИБ или корректирует его, что обязательно фиксируется в Maximus и может быть в дальнейшем проанализировано и использовано.

Для прогнозирования развития заболеваний у пациента и анализа возможных причин их возникновения врач может воспользоваться специальным графическим модулем анализа причинно-следственных связей заболеваний в Maximus (рис. 11).

Все заболевания, описанные в системе, связаны между собой на графе дугами-связями, отражающими причинные связи (зеленые), связи — следствия (красные) и двусторонние связи (желтые). Граф строится на основе базы знаний и может быть представлен в различном виде. Так, можно также укрупненно отобразить вероятности причин возникновения и возможных последствий заболеваний, темпы их развития и опасности в зависимости от тяжести состояния пациента. Данный модуль призван помочь врачу в диагностике заболеваний и выработке объективных программ лечения.





На основе поставленного диагноза Maximus формирует программу лечения для пациента, включающую необходимые исследования и воздействия с указанием их типов, методов и параметров во времени. Для этого в СППР Maximus применяется методика поиска по «дереву решений». Из фреймовой компоненты описания клинических протоколов загружаются данные БЗ Maximus, соответствующие нозологиям в диагнозе пациента (с учетом МКБ-10).

В результате вырабатывается один или несколько вариантов программы лечения. В последнем случае алгоритмом предусмотрено подключение процедуры оптимизации, которая выдает оптимальное по одному критерию или несколько наилучших вариантов решений по нескольким критериям.

В целях использования опыта проведения ЛДП и сокращения временных затрат поиск решения по программе лечения может быть проведен также с использованием прецедентной компоненты БЗ по аналогии.

Окончательное решение по выбору программы лечения также остается за врачом. Оно фиксируется, анализируется и может быть использовано.

Известно, что разное лечение по-разному оплачивается, но не всегда чем дороже — тем лучше! С другой стороны, ресурсы ЛДП могут

быть больше или меньше, но всегда ограничены. В этих условиях стремлению повысить качество лечения и улучшить состояние пациента часто сопутствуют как медицинские, так и финансово-экономические, технологические, квалификационные, временные и другие ограничения. И наоборот, часто приходится экономить ресурсы при условии поддержания необходимого качества лечения и параметров состояния пациента в требуемых нормах.

На основе данных, собираемых на центральном сервере в учетной базе данных (БД) системы, формируется статистика ЛДП центров нефрологии и гемодиализа НЭС и других медицинских учреждений и компаний, использующих Maximus.

Обработка статистических данных с использованием инструментов корреляционно-регрессионного анализа, кластеризации, классификации, ассоциации позволяет выявлять закономерности ЛДП, формировать диагностические паттерны и эффективные методики лечения, выявлять тенденции развития заболеваемости, финансирования лечения в регионах, предлагать новые критерии оценки качества лечения, работы персонала и клиник в целом. Наличие подобных возможностей в Maximus позволяет использовать систему для научных исследований в широких областях медицины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новицкий В.О. Постановка задачи и описание системы поддержки принятия решений для управления лечебно-диагностическим процессом на примере отделений нефрологии и гемодиализа//Врач и информационные технологии. — 2013. — № 2. — С. 16–21.
2. Биберштейн Н., Боуз С., Джонс К., Фиаммант М., Ша Р. Компас в мире сервис-ориентированной архитектуры (SOA): ценность для бизнеса, планирование и план развития предприятия/Пер. с англ. — М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2007. — 256 с.
3. Нортон Д., Каплан Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. 2-е изд., испр.и доп./Пер. с англ. — М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. — 320 с.
4. Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, организация и автоматизация бизнес-процессов. — М.: Финансы и статистика, 2007. — 240 с.
5. Самуйлов К.Е., Чукарин А.В., Яркина Н.В. Бизнес-процессы и информационные технологии в управлении телекоммуникационными компаниями. — М.: Альпина Паблишерз, 2009. — 442 с.



Г.Д. КОПАНИЦА,

к.т.н., ассистент кафедры оптимизации систем управления Института кибернетики, Национального исследовательского Томского политехнического университета; старший научный сотрудник ТГАСУ, г. Томск, Россия, georgy.kopanitsa@gmail.com

М.А. ТАРАНИК,

аспирант кафедры оптимизации систем управления Института кибернетики, Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск, Россия

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ JAVASCRIPT БИБЛИОТЕК

УДК 002; 002:338.2

Копаница Г.Д., Тараник М.А. Разработка средств визуализации медицинских данных на основе открытых JavaScript библиотек (Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия)

Аннотация: Данная статья представляет результаты исследования возможности применения открытых javascript-шаблонов для визуализации стандартизированных медицинских данных.

Ключевые слова: архетипы, медицинская информационная система, визуализация.

UDC 002; 002:338.2

Kopanica G.D., Taranik M.A. Implementation of a medical data visualization solution based on open source JavaScript libraries (National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia)

Abstract: In this paper we analyze the experience of application of open source java script templates to visualize standard based medical data.

Keywords: archetypes, electronic health record, visualization.

Введение

Одним из наиболее важных аспектов при работе с персональными медицинскими записями (ПМЗ) является пользовательский интерфейс. Необходимость в простых и удобных средствах отображения показателей состояния здоровья пациента особенно актуальна при наблюдении за пациентами в престарелом возрасте, реализуемом в рамках подхода ALL (Ambient Assisted Living). В его основе лежит концепция, предполагающая разработку интеллектуальных систем для обработки данных, полученных при помощи различных сенсорных устройств, объединенных в сеть и расположенных по всему периметру дома наблюдаемого пациента [1–5]. Также данный подход направлен на разработку специальных средств, таких как социальные сети [6] и веб-сервисы, позволяющие пациенту удаленно взаимодействовать с медицинским специалистом [7]. Для формирования полного и развернутого представления о состоянии здоровья пациента необходимы данные из разнородных источников. Таким образом



данный подход требует стандартизации хранимых данных.

Стандарты хранения клинических данных не дают ответа на вопрос о представлении медицинской информации пользователю [13, 14]. Эта проблема изучалась в ранее проведенных исследованиях [9–12], направленных на разработку методов визуализации стандартизированных медицинских данных.

При использовании стандартизированных медицинских данных разработка графического пользовательского интерфейса требует дополнительных существенных временных и финансовых затрат для его реализации. К тому же пользовательский интерфейс разрабатывается под конкретные медицинские информационные системы [15]. Одним из способов представления стандартизированных данных является применение открытых библиотек JavaScript [16, 17]. В качестве хранилища информации для работы с данными библиотеками обычно выступают файлы с расширением JSON или csv. Целью данной статьи является исследование возможности применения открытых JavaScript-библиотек для отображения стандартизированных медицинских данных в формате XML [8, 18–20], на примере данных наблюдения за пациентом с сахарным диабетом.

Методы

Для достижения поставленной задачи — визуализации стандартизированных медицинских данных с использованием JavaScript-библиотек, был определен набор медицинских данных, отображающих динамику состояния пациента с сахарным диабетом. Данные были смоделированы в виде архетипов ISO 13606 [18]. Такой формат был выбран для сохранения семантики при передаче данных между различными медицинскими информационными системами.

Для определения характеристик графического представления медицинских данных была разработана информационная модель [22],

представляющая собой XML-схему. Используемые в проекте библиотеки JQuery [16, 17] применялись для построения статических и динамических диаграмм с целью определения корреляции между уровнем сахара в крови и инсулином в различные периоды наблюдения: ежедневный, еженедельный и ежемесячный. В качестве среды разработки интерфейса использовалась MS VisualStudio, полученные результаты визуализации были отображены с применением браузера Mozilla Firefox.

Результаты

Используемая совокупность медицинских данных была определена как соответствующая совокупность архетипов, что позволяет совершать обмен данной медицинской информацией между пользователями. Определенные архетипы представляют собой набор XML-файлов. Настоящие медицинские данные, необходимые для представления пользователю в графическом виде, были получены из различных EHR-систем. Различные данные, представленные различными архетипами, были объединены в группы. Характеристики визуализации медицинских данных, описанные в ИМ, определяют тип диаграмм, а также другие свойства конечного графического представления пользователю. При применении соответствующего шаблона для отображения данных результатом визуализации становится сгенерированная HTML страница с диаграммой, за построение которой отвечают библиотеки JavaScript. На *рис. 1* представлен процесс модельного преобразования, обеспечивающий графическое отображение медицинских данных пользователю.

Визуальная модель основана на архетипной модели стандарта ISO 13606. Уровень сущности содержит архетипы, а также информационную модель (ИМ) представления данных — визуальные сущности. На уровне данных происходит связь файлов ИМ с файлами XML, содержащих медицинские данные. На





Рис. 1. Процесс визуализации медицинских данных

следующем уровне представления медицинских данных применяются JavaScript-шаблоны для графического отображения диаграмм. Результаты настоящей работы представлены на рис. 2 и 3. Данные диаграммы отображают динамику изменения уровня сахара в крови пациента. Диаграмма на рис. 2 демонстрирует совокупность различных параметров, определенных различными архетипами, но содержащихся в одном медицинском документе. Шаблон, представленный на рис. 3, позволяет масштабировать необходимые части диаграммы для более детального просмотра.

Обсуждение

Представленный в настоящем исследовании подход, определяющий метод визуализации медицинских данных с применением графических библиотек JavaScript, несомненно, требует дальнейшего всестороннего изучения. Перспектива такого подхода заключается в успешном применении средств open-source при графическом представлении стандар-

тизированных клинических данных, хранящихся в XML-файле. Шаблоны, используемые для визуализации, были настроены вручную.

Среди подобных open-source-продуктов можно выделить библиотеку Formatting Objects Processor (FOP) [23], позволяющую генерировать выходные графические PDF-документы при представлении медицинских данных с использованием элементов (Scalable Vector Graphics) SVG. Для корректной работы библиотеки FOP необходима среда выполнения IKVM [24], она также является компонентом open-source и реализует java приложения на платформе .NET в среде разработки MS VisualStudio.

Заключение

Полученные решения помогают реализовать гибкие и тривиальные способы графического представления медицинских данных. Используя библиотеки JavaScript, разработчик получает мощный инструмент для создания графических элементов. Дополнительным достоинством средств open-source является

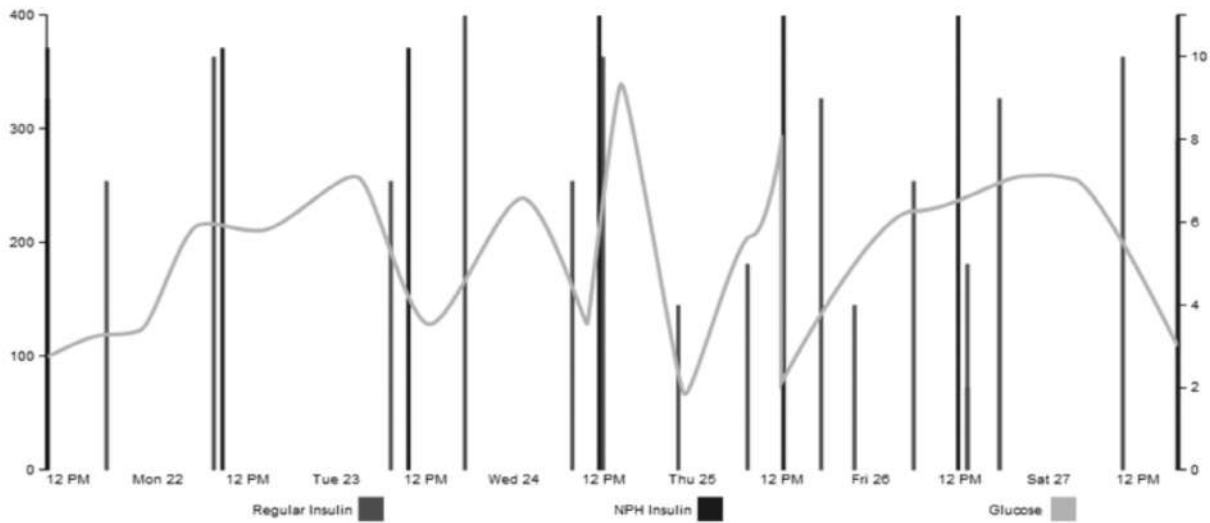


Рис. 2. Диаграмма показателей инсулина и уровня сахара в крови пациента

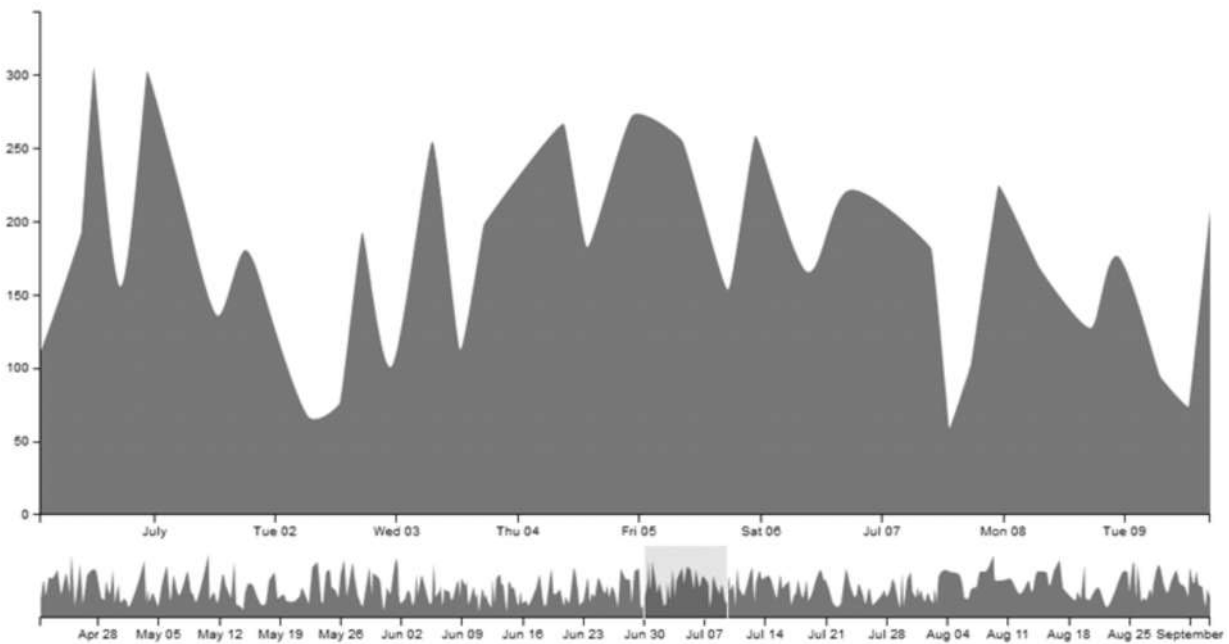


Рис. 3. Динамическая диаграмма уровня сахара в крови пациента

многообразии уже разработанных шаблонов — готовых решений. При данном подходе разработчику необходимо внести минимальные коррективы в исходный код для получения соответствующего графического представления клинической информации. Результат тако-

го представления является простым и информативным. Таким образом, использование средств opensource позволит значительно снизить финансовые затраты при создании EHR-систем, а также сократить время разработки пользовательского интерфейса.





ЛИТЕРАТУРА



- 1.** *Sousa F., Viola L., Ferreira L., Trevisan G., Cunha D., Alves J., et al.* An ecosystem of products and systems for ambient intelligence — the AAL4ALL users perspective//Studies in health technology and informatics. — 2012. — № 177. — P. 263–271. PubMed PMID: 22942066. Epub 2012/09/04. eng.
- 2.** *Munoz A., Serrano E., Villa A., Valdes M., Botia J.A.* An approach for representing sensor data to validate alerts in Ambient Assisted Living//Sensors (Basel, Switzerland). — 2012. — № 12(5). — P. 6282–6306. PubMed PMID: 22778642. Pubmed Central PMCID: PMC3386741. Epub 2012/07/11. eng.
- 3.** *Fernandez-Llatas C., Garcia-Gomez J.M., Vicente J., Naranjo J.C., Robles M., Benedi J.M., et al.* Behaviour patterns detection for persuasive design in Nursing Homes to help dementia patients//Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Conference. — 2011. — P. 6413–6417. PubMed PMID: 22255806. Epub 2012/01/19. eng.
- 4.** *Chen C., Haddad D., Selsky J., Hoffman J.E., Kravitz R.L., Estrin D.E., et al.* Making sense of mobile health data: an open architecture to improve individual- and population-level health//Journal of medical Internet research. — 2012. — № 14(4). — P. e112. PubMed PMID: 22875563. Pubmed Central PMCID: PMC3510692. Epub 2012/08/10. eng.
- 5.** *Aquilano M., Cavallo F., Bonaccorsi M., Esposito R., Rovini E., Filippi M., et al.* Ambient Assisted Living and ageing: Preliminary results of RITA project//Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Conference. — 2012 Aug; 2012. — P. 5823–5826. PubMed PMID: 23367253. Epub 2013/02/01. eng.
- 6.** *Demski H., Hildebrand C., Lopez Bolos J., Tiedge W., Wengel S., D OB, et al.* Technical requirements of a social networking platform for senior citizens//Studies in health technology and informatics. — 2012. — № 180. — P. 818–822. PubMed PMID: 22874306. Epub 2012/08/10. eng.
- 7.** *Cascado D., Romero S.J., Hors S., Brasero A., Fernandez-Luque L., Sevillano J.L.* Virtual worlds to enhance Ambient-Assisted Living//Conference proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Conference. — 2010; 2010. — P. 212–215. PubMed PMID: 21097183. Epub 2010/11/26. eng.
- 8.** *Veseli H., Kopanitsa G., Demski H.* Standardized EHR interoperability — preliminary results of a German pilot project using the archetype methodology//Studies in health technology and informatics. — 2012. — № 180. — P. 646–650. PubMed PMID: 22874271. Epub 2012/08/10. eng.
- 9.** *Atalag K., Yang H.Y., Tempero E., Warren J.* Model driven development of clinical information systems using openEHR//Studies in health technology and informatics. — 2011. — № 169. — P. 849–853. PubMed PMID: 21893867. Epub 2011/09/07. eng.
- 10.** *Cios K.J., Moore G.W.* Uniqueness of medical data mining//Artificial intelligence in medicine. — 2002 Sep-Oct. — № 26(1–2). — P. 1–24. PubMed PMID: 12234714. Epub 2002/09/18. eng.



- 11.** *van der Linden H., Austin T., Talmon J.* Generic screen representations for future-proof systems, is it possible? There is more to a GUI than meets the eye//Computer methods and programs in biomedicine. — 2009 Sep. — № 95(3). — P. 213–226. PubMed PMID: 19368989. Epub 2009/04/17. eng.
- 12.** *van der Linden H., Schuler T., Chen R., Talmon J.* Generic screen representations for future proof systems — is it possible? Two-model approach to a generic GUI//Studies in health technology and informatics. — 2007. — № 129. — Pt. 2. — P. 1122–1126. PubMed PMID: 17911890. Epub 2007/10/04. eng.
- 13.** *Fonseca T., Ribeiro C., Granja C.* Vital signs in intensive care: automatic acquisition and consolidation into electronic patient records//Journal of medical systems. — 2009 Feb. — № 33(1). — P. 47–57. PubMed PMID: 19238896. Epub 2009/02/26. eng.
- 14.** *Raghupathi W., Umar A.* Upper-level ontologies for health information systems. Towards an archetype patterns approach//Methods of information in medicine. — 2011. — № 50(3). — P. 285–295. PubMed PMID: 21336420. Epub 2011/02/22. eng.
- 15.** *Hanzlicek P., Spidlen J., Heroutova H., Nagy M.* User interface of MUDR electronic health record//International journal of medical informatics. — 2005 Mar. — № 74(2–4). — P. 221–7. PubMed PMID: 15694628. Epub 2005/02/08. eng.
- 16.** <http://d3js.org/>. Data-Driven Documents [cited 2013 15.02.2013]. Data-Driven Documents].
- 17.** <http://www.flotcharts.org/>. Attractive JavaScript plotting for jQuery [cited 2013 15.02.2013].
- 18.** *Rinner C., Kohler M., Hubner-Bloder G., Saboor S., Ammenwerth E., Duftschmid G.* Creating ISO/EN 13606 archetypes based on clinical information needs//Studies in health technology and informatics. — 2011. — № 165. — P. 43–48. PubMed PMID: 21685584. Epub 2011/06/21. eng.
- 19.** *Duftschmid G., Wrba T., Rinner C.* Extraction of standardized archetyped data from Electronic Health Record systems based on the Entity-Attribute-Value Model// International journal of medical informatics. — 2010 Aug. — № 79(8). — P. 585–597. PubMed PMID: 20537942. Epub 2010/06/12. eng.
- 20.** *Rinner C., Janzek-Hawlat S., Sibinovic S., Duftschmid G.* Semantic validation of standard-based electronic health record documents with W3C XML schema//Methods of information in medicine. — 2010. — № 49(3). — P. 271–280. PubMed PMID: 20405091. Epub 2010/04/21. eng.
- 21.** *Mola E.* Patient empowerment, an additional characteristic of the European definitions of general practice/family medicine//The European journal of general practice. — 2013, Jan 22. PubMed PMID: 23336328. Epub 2013/01/23. Eng.
- 22.** *Kopanitsa G.* Standard based multiclient medical data visualization//Studies in health technology and informatics. — 2012. — № 180. — P. 199–203. PubMed PMID: 22874180. Epub 2012/08/10. eng.
- 23.** <http://xmlgraphics.apache.org/fop/>. The Apache FOP Project [cited 2013 15.02.2013].
- 24.** <http://www.ikvm.net/>. IKVM.NET Home Page [cited 2013 15.02.2013].



А.С. КАРКАЧ,

к.ф.-м.н., старший научный сотрудник ФГБУН «Институт вычислительной математики РАН», г. Москва, Россия, arseny@inm.ras.ru

А.А. РОМАНЮХА,

д.ф.-м.н., профессор, заместитель директора ФГБУН «Институт вычислительной математики РАН», г. Москва, Россия, eburg@inm.ras.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

УДК 004.02+004.4+004.9+57.02+57.04+57.05

Каркач А.С., Романюха А.А. *Современные подходы к анализу и прогнозированию здоровья населения с помощью математических моделей* (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт вычислительной математики РАН», г. Москва, Россия)

Аннотация: Разработка методов анализа причин распространения сердечно-сосудистых, онкологических и эндокринологических заболеваний является актуальной задачей, так как эти патологии определяют смертность и инвалидизацию взрослого населения развитых стран. Для решения этой задачи используются методы расчета атрибутивного риска, позволяющие оценить влияние особенностей среды, поведения, других факторов на обнаружение и развитие заболеваний. Ценность оценок атрибутивного риска ограничена из-за предположений об однородности исследуемой популяции, постоянства действия факторов и ряда других упрощений [1]. Если популяция неоднородна по социально-экономическим характеристикам, этническому составу, доходам, а интенсивности действия факторов меняются со временем, то необходима разработка более адекватных методов анализа факторов риска развития неинфекционных хронических заболеваний. Таким методом является индивидуально-ориентированное моделирование, которое позволяет учесть современные данные о механизмах развития неинфекционных заболеваний, неоднородности популяции и влиянии социально-экономических факторов.

Ключевые слова: эпидемиология неинфекционных заболеваний, индивидуально-ориентированные модели, эпигенетика, сетевые модели, история жизни, суперкомпьютер.

UDC 004.02+004.4+004.9+57.02+57.04+57.05

Karkach A.S., Romanyukha A.A. *Modern approaches to public health analysis and forecast using agent-based modeling* (Institute of Numerical Mathematics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia)

Abstract: Development of methods for analyzing the causes of heart disease, cancer and endocrine disorders epidemics is an important task, since these pathologies determine adult mortality and disability in developed countries. Estimation of attributable risk is used to assess the impact of environment, behavior, and other factors on the discovery and development of disease. But the value of attributable risk estimates is limited due to the assumptions of homogeneity of the study population, the constancy of factors and a number of other simplifications [1]. For populations heterogeneous in socio-economic or ethnic composition, in which income and intensity of the factors change over time, more adequate methods of risk factors analysis for non-communicable chronic diseases are needed. The individual-based modeling is such a method which allows taking into account modern knowledge on the mechanisms of development of non-communicable diseases, population heterogeneity and the impact of socio-economic factors.

Keywords: Epidemiology of non-communicable diseases, agent-based models, epigenetics, network models, life history, supercomputer.

Введение

В настоящее время основными причинами смертности в развитых и большинстве развивающихся стран являются сердечно-сосудистые, онкологические заболевания, а также болезни, связанные с нарушениями эндокринной системы и метаболизма, — диабет, ожирение. Особенностью этих болезней

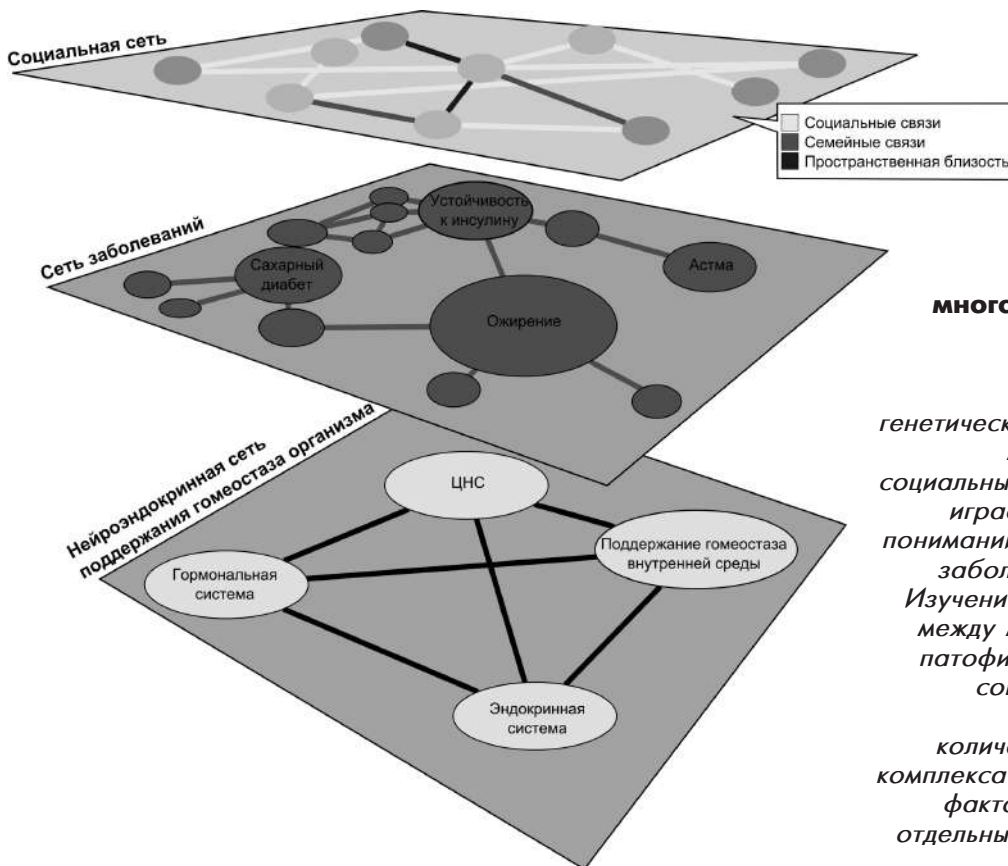


Рис. 1. Пример многоуровневой сети патогенеза ожирения.

Исследование генетических, регуляторных, метаболических и социальных взаимодействий играет важную роль в понимании патофизиологии заболеваний человека. Изучение взаимодействий между метаболическими, патофизиологическими и социальными сетями направлено на количественную оценку комплекса взаимосвязанных факторов, связанных с отдельными болезнями (на основе [5])

являются многофакторная этиология и длительное течение. На их развитие влияют наследственность, внешняя среда, особенности образа жизни. Исследования показывают, что в большинстве случаев каждый фактор производит ограниченный эффект, а развитие патологического состояния определяется длительным воздействием нескольких факторов [2].

Описание патогенеза комплексных заболеваний является трудной задачей из-за разнообразия факторов, действующих на физиологические системы и длительность процесса. Одним из современных приемов анализа таких процессов является построение биологических сетей, описывающих причинно-следственные связи внешних воздействий и патогенетических сдвигов в организме [3]. Нужно отметить, что биологические сети не приспособлены для описания меняющихся со време-

нем связей между факторами. Поэтому для полноценного описания развития сердечно-сосудистых заболеваний и метаболического синдрома предпочтительно использование математических моделей, количественно описывающих динамику патогенеза [4] (рис. 1).

Задачей эпидемиологических исследований неинфекционных заболеваний является выявление реально действующих в популяциях факторов риска. Дело в том, что в зависимости от природных, социально-экономических условий и генетических характеристик населения развитие заболеваний могут определять различные факторы. Сложный патогенез комплексных заболеваний затрудняет эпидемиологический анализ факторов, влияющих на их развитие. Наиболее распространенным приемом эпидемиологического анализа комплексных заболеваний является метод расче-





та атрибутивного риска¹ [6]. Этот метод широко применяется с 1970-х годов для количественной оценки влияния отдельных факторов или их сочетаний на риск возникновения исследуемого заболевания [7, 8]. С помощью этого метода и его вариантов получены важные оценки роли табакокурения, физической активности, диеты, генетических и других факторов в развитии комплексных заболеваний. Эти результаты послужили основанием для законодательных инициатив, просветительских компаний и исследований, приведших к значительному снижению вреда здоровью и увеличению продолжительности жизни в развитых странах.

Метод оценки атрибутивного риска основывается на упрощающих предположениях: об однородности выборки, независимости и постоянстве действия факторов, едином механизме патогенеза и др. Очевидно, что эти предположения не всегда выполняются, и если выборка неоднородна или происходят быстрые изменения социальных условий и образа жизни, то необходима разработка адекватных методов эпидемиологического анализа данных.

Эпидемиология индивидуальных траекторий жизни

Для изучения эпидемиологических характеристик неинфекционных хронических заболеваний в теоретической медицине предложен подход, названный *эпидемиологией индивидуальных траекторий жизни* (life course epidemiology) [9] (рис. 2). Идея подхода состоит в исследовании того, как воздействия среды в раннем возрасте влияют на развитие хронических неинфекционных заболеваний в старших возрастах [10]. Дальнейшие исследования подтвердили перспективность этого подхода. Показано, что развитие неинфекцион-

ных хронических заболеваний зависит от питания и образа жизни матери в период вынашивания, веса при рождении, частоты инфекционных заболеваний и характера питания в детстве, веса и физической активности в подростковом возрасте и юности, спектра вирусных и бактериальных инфекций, перенесенных к среднему возрасту, количества стрессов в предшествующей жизни и других характеристик [11, 12]. Естественно, возникает вопрос, какие механизмы связывают, например, переизбыток или неполноценное питание в годовалом возрасте и развитие гипертонии или диабета у взрослого индивида? Одним из таких механизмов является эпигенетическая регуляция активности генов, обеспечивающая установление и поддержание их дифференциальной экспрессии по мере взросления.

Такие изменения экспрессии генов, происходящие в соматических клетках, как правило, стабильны и наследуются при делении клеток. Следовательно, изменения экспрессии генов клеток поджелудочной железы в раннем возрасте сохраняются и в старших возрастах. За счет эпигенетической регуляции организм приспосабливается к особенностям среды и образа жизни, но эти изменения не всегда оптимальны с точки зрения здоровья и реальных условий жизни.

Таким образом, развитие хронических неинфекционных болезней является следствием не отдельных особенностей образа жизни или аллелей, а итогом постепенного и длительного изменения регуляции многих звеньев метаболизма.

Для количественного анализа и моделирования таких процессов в современной прикладной математике разработан так называемый агентный метод моделирования (agent-based models). Суть его состоит в следующем:

¹ Атрибутивный риск (англ. *attributable risk*) — дополнительный риск возникновения неблагоприятного исхода (например, заболевания) в связи с наличием определенной характеристики (фактора риска) у объекта исследования.

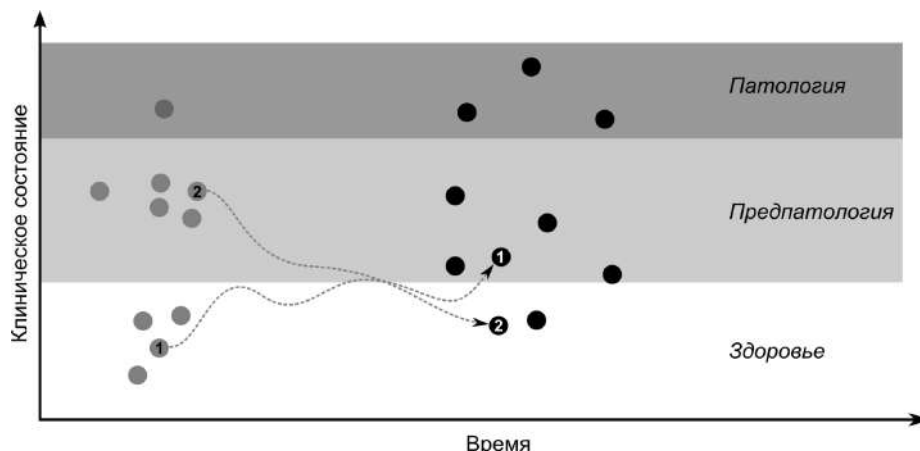


Рис. 2. Схематическое изображение траекторий жизни

в компьютере создается искусственная популяция из тысяч или миллионов индивидов, для каждого из которых при помощи математических моделей описываются механизмы исследуемых физиологических процессов и систем. В зависимости от задач исследования это могут быть иммунная, сердечно-сосудистая, эндокринная или молекулярно-генетические системы. Модели систем делаются «индивидуальными», то есть их свойства различаются у разных индивидов, свойства физиологических систем также меняются при изменении возраста и различных воздействиях внешней среды (стрессах, инфекциях и др.). Модель также включает описание внешней среды и образа жизни индивидов: работу, питание, физической и социальной активности. Описаны модели, в которых искусственные индивиды существуют, взаимодействуют, перемещаются в среде соответствующей географии реальных государств [13]. При помощи таких моделей, учитывающих реальную плотность населения, его мобильность и транспортные и миграционные потоки, описываются процессы распространения инфекций [14, 15] и эффекты вакцинации [16].

В настоящее время агентные модели широко применяются в социологии и демографии [17, 18]. Создаваемые в компьютерах

популяции индивидов воспроизводят многие характеристики современных жителей: образование, доходы, семейное положение, предпочтения, правила принятия решений. Такие модели позволяют прогнозировать реакции населения на административные, социально-экономические и другие воздействия, оценивать эффекты рекламных компаний. Этот подход получил название искусственная жизнь (artificial life) [19]. Возможность создания и продуктивного использования агентных моделей для решения практических задач в медицине и эпидемиологии традиционно ограничивается такими факторами, как производительность компьютеров и знание механизмов изменения состояния индивида. Дело в том, что модели иммунной, эндокринной, сердечно-сосудистой и других систем сложны по сравнению с моделями в социологии и демографии и требуют значительных вычислительных затрат. Однако в последние годы достигнуты значительные успехи как в разработке мощных вычислительных машин — суперкомпьютеров, так и в разработке адекватных моделей физиологических систем, процессов старения и адаптации. Это делает актуальной задачу разработки агентных моделей, описывающих эпидемиологию неинфекционных хронических заболеваний.



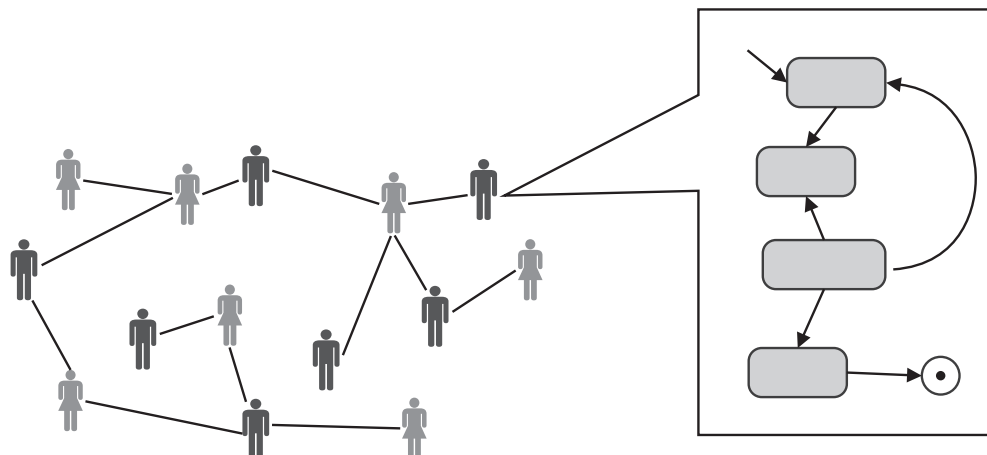


Рис. 3. Одним из способов описания социальных сетей являются агентные модели

Такие модели позволят прогнозировать заболеваемость и смертность от хронических неинфекционных заболеваний с учетом значительной неоднородности населения России и при различных сценариях социально-экономического развития. Особенностью такого прогноза будет его дифференцированность для различных территорий и социальных групп. Такие модели также являются удобным средством оценки и сравнения эффективности различных мероприятий по снижению распространенности и тяжести неинфекционных хронических заболеваний. Важно, что получаемые оценки будут «индивидуализированы» для территорий, возрастных и социальных групп.

Эпидемиологические агентные модели могут быть сопряжены с базами реальных историй болезни. В этом случае искусственная популяция будет иметь многие характеристики реальной популяции города или региона. Качество прогноза эпидемиологической ситуации будет выше, чем без учета реальных характеристик населения.

Разработка соответствующих моделей, программ, создание баз данных являются актуальной стратегической задачей эпидемиологии неинфекционных хронических заболеваний.

В течение последних десяти—пятнадцати лет опубликовано значительное количество

исследований эпидемических процессов, использующих технологию индивидуум-ориентированных моделей. В этих моделях эпидемический процесс описывается не как динамика численности определенных групп населения, а как динамика свойств большого количества индивидов — тысяч и миллионов индивидов (или агентов) (рис. 3).

Социальные взаимодействия и условия среды моделируются взаимодействиями между агентами, а физиологические и метаболические процессы — моделями, связанными с конкретными агентами.

Подходы к разработке моделей «сверху-вниз» и «снизу-вверх»

Методы «сверху-вниз» и «снизу-вверх» являются стратегиями упорядочивания знания и построения систем, применяемыми в различных областях. Подходы, применяемые при построении математических моделей, во многом сходны с подходами, применяемыми при программировании, тем более, что современные модели исполняются только на компьютерах и представляют собой специализированные компьютерные программы.

Подход «сверху-вниз», известный так же, как пошаговый дизайн, дедукция и часто используемый как синоним анализа, это разложение



системы на составные части, чтобы понять ее состав и подсистемы. Построение начинается с общей картины, которая «разбивается» на более мелкие сегменты. Создается схема системы, указывающая, но не конкретизирующая все подсистемы более низкого уровня. Затем каждая подсистема уточняется и детализируется, иногда разложением на дополнительные уровни, пока вся спецификация не сведется к базовым элементам. Часто модели типа «сверху-вниз» описываются с применением «черных ящиков» [20].

Подход «снизу-вверх» иногда называется индукцией и часто является синонимом синтеза. Он состоит в соединении систем друг с другом в более крупные системы. При этом исходные системы становятся подсистемами эмерджентной системы. Вначале детально описываются индивидуальные базовые элементы системы. Затем они собираются вместе в большие подсистемы, часто иерархически, пока не будет создана полная система высшего уровня.

В подходе «сверху-вниз» делается акцент на планировании и полном понимании системы. Написание кода программы не начинается, пока не будет достигнут достаточный уровень детализации. В подходе «снизу-вверх» описание правил (в моделях) и написание кода (в программах) возможно на раннем этапе. Однако при этом велик риск создания частей системы, которые плохо или неэффективно стыкуются с другими частями системы [21].

Хотя понимание системы в целом обычно считается необходимым для хорошего дизайна, что предполагает метод «сверху-вниз», в большинстве проектов стараются использовать существующие наработки, что приводит к работе «снизу-вверх».

При разработке модели «сверху-вниз» описывается «главный» блок модели, который вызывает соподчиненные. Затем исследуются требования к подчиненным блокам, и процесс повторяется до тех пор, пока функциональ-

ные блоки нижнего уровня не станут осуществлять такие простые действия, которые смогут быть легко описаны (запрограммированы). После этого программа, или модель готова к тестированию.

В методе «снизу-вверх» сначала подробно описываются отдельные базовые элементы системы. Затем они связываются друг с другом с образованием более крупных подсистем, которые затем в свою очередь связываются, иногда на многих уровнях, пока не образуется полная система верхнего уровня.

Одной из сложностей метода «снизу-вверх» является то, что для определения функциональности, обеспечиваемой модулем, требуется хорошая интуиция. Если система строится на основании или с использованием элементов существующей, этот подход более удобен, так как он начинается с существующих модулей.

Примеры

При эпидемиологическом моделировании инфекционных заболеваний важно учесть неоднородность популяции по различным характеристикам, таким как возраст, стиль жизни и другим. Хорошие результаты дает разделение популяции на группы по характеристикам, важным для моделируемой инфекции. Типичным примером является выделение ядерных групп — слоев населения, в которых характеристики эпидемического процесса (зараженность, скорость передачи инфекции и другие) отличаются от аналогичных показателей в «основной популяции». Это пример анализа популяции с целью моделирования с помощью подхода «сверху-вниз».

Подход «снизу-вверх» реализуется при индивидуальном моделировании, когда детально описываются свойства, поведение агентов (людей) и среды, в которой они живут и их взаимоотношения между собой. Характер поведения всей системы в целом является следствием того, как были описаны «базовые свойства».





Программы для построения агентных моделей

Реализации идей агентного моделирования, предложенных в 1940-х годах, начали активно развиваться лишь в 1990-х с развитием доступных средств интенсивных компьютерных вычислений. К настоящему времени разработаны десятки пакетов для разработки агентных моделей, различающиеся по своей направленности (по областям знания), уровню моделей и сложности освоения (обучение моделированию или «серьезные», исследовательские), платформе (Unix, Windows, платформ-независимые), языку программирования, способности к распараллеливанию и решению «больших» задач, возможности использования данных о «реальном мире» (путем интеграции с ГИС-системами или импорта и использования ГИС-данных). Также пакеты различаются по типу лицензии, доступности исходного кода и стоимости [22].

Задачи эпидемиологического моделирования требуют от систем агентного моделирования определенных свойств. Желательно, чтобы система явно поддерживала эпидемиологические модели для упрощения описания таких свойств, как размножение, миграция агентов, объединение их в группы, социальные сети контактов, поддержка «сложных» моделей инфекционных заболеваний и т.п. Кроме того, для описания существенной пространственной неоднородности и приближения задач к «реальному миру» требуется интеграция с пространственными и статистическими данными. Оперативная работа со сложными моделями регионального, национального или планетарного масштаба требует значительных вычислительных ресурсов, что приводит к необходимости запуска моделей на параллельных многопроцессорных системах.

Опишем наиболее интересные, с нашей точки зрения, системы, пригодные для построения эпидемиологических агентных моделей разного уровня, широко используемые научным сообществом. Предпочтение будет отдаваться свободному и доступному бесплатно

программному обеспечению. Другие обзоры систем построения эпидемиологических моделей можно найти в [23].

NetLogo, StarLogo (MacStarLogo, OpenStarLogo, StarLogoT, StarLogo TNG)

Родственные системы, позволяющие создавать агентные модели для социальных и естественных наук. Последней разработкой семейства является среда NetLogo. Она распространяется под лицензией GPL, работает под любой операционной системой, на которой установлена виртуальная машина Java. Снабжена хорошей документацией и содержит большое количество примеров. Имеет интегрированное средство разработки и запуска моделей (редактор кода). NetLogo особенно хорошо подходит для моделирования сложных систем, развивающихся с течением времени. NetLogo достаточно прост для освоения студентами, но в то же время имеет богатые возможности как инструмент для исследователей во многих областях. Для программирования используется специальный высокоуровневый язык (NetLogo или StarLogo, являющийся расширением Logo), что позволяет создавать компактный и легко читаемый код. Среда обладает ГИС-возможностями и позволяет импортировать географические данные распространенных форматов.

NetLogo имеет обширную документацию и учебники и поставляется с библиотекой моделей, которые могут быть использованы и модифицированы. В числе этих моделей — модели в биологии и медицине.

NetLogo имеет доступный синтаксис и большой словарь встроенных примитивов языка. Система имеет визуальный конструктор интерфейсов взаимодействия с моделью, позволяет создавать мониторы агентов для контроля и управления и взаимодействовать с моделью и агентами «на лету».

Средство BehaviorSpace позволяет собирать и анализировать данные из нескольких параллельных запусков модели. Система бесплатна и с открытым исходным кодом [24, 25].



FRED

FRED (A Framework for Reconstructing Epidemiological Dynamics) — система моделирования, поддерживающая исследования динамики эпидемий инфекционных заболеваний и влияние стратегий смягчения последствий, вирусной эволюции и индивидуального отношения к здоровью. Возможно моделирование с использованием «синтетических популяций», созданных на основе данных переписи населения, которые описывают демографическое и географическое распределения населения, а также характеристики сетей контактов в семьях, школах и на рабочих местах. Могут моделироваться многочисленные циркулирующие и мутирующие штаммы возбудителей. Описываемые стратегии смягчения последствий включают вакцинацию, применение противовирусных препаратов и политику закрытия школ. FRED поддерживает модели изменения поведения, связанного со здоровьем, что позволяет изучать эффекты индивидуального поведения, такого как согласие на вакцинацию, личную гигиену и спонтанное социальное дистанцирование. Доступен исходный код системы, что дает возможность построения крупномасштабных эпидемиологических моделей научному сообществу, учебным заведениям и в общественном здравоохранении [26].

MASON

Быстрая библиотека агентного моделирования на языке Java, пригодная для построения больших пользовательских моделей с событиями в дискретном времени и дающая широкие возможности для моделирования. Содержит библиотеку моделей, а также инструменты для 2D- и 3D-визуализации. Библиотека портативная и довольно небольшая. Модели полностью независимы от визуализации. Модели могут останавливаться и запускаться вновь на различных платформах. Модели автономны и могут работать внутри других фреймворков и приложений Java [27].

RePast

The Recursive Porous Agent Simulation Toolkit — широко используемый бесплатный кросс-платформенный пакет для агентного моделирования и симуляции с открытым исходным кодом. Реализован на различных языках программирования, интегрируется с ГИС-системами [28, 29].

Swarm

Пакет для агентного моделирования, предназначенный для описания коллективного поведения агентов, возникающего из их взаимодействия (социального или биологического) [30, 31].

GAMA

Платформа для моделирования, обеспечивающая модельерам, программистам и полевым исследователям полноценную среду моделирования для создания агентных моделей с явным описанием окружающего пространства. GAMA дает возможность использовать произвольно сложные ГИС-данные в качестве среды для агентов, запускать симуляции, состоит из огромного числа агентов (до нескольких миллионов), проводить автоматизированные контролируемые эксперименты по различным сценариям с систематическим, управляемым или «умным» исследованием пространства параметров моделей и взаимодействовать с агентами в ходе моделирования [32].

Заключение

Современный уровень понимания механизмов неинфекционных хронических заболеваний позволяет строить реалистичные математические модели их развития, учитывающие генетические, метаболические и средовые факторы. Опыт применения агентных моделей в естественных науках и социологии, появление мощных суперкомпьютеров указывают на возможность прямого моделирования длительных эпидемических процессов неинфекционной природы с учетом популяционной неоднородности и изменчивости генетических,





средовых и социальных факторов. Применение данного подхода для анализа эпидемиологии сердечно-сосудистых, метаболических и онкологических заболеваний является актуальной задачей математической эпидемиологии и позволит повысить эффективность мероприятий по улучшению здоровья населения.

Перспективной задачей является создание агентных моделей, использующих базы

реальных данных о заболеваемости, социально-экономических, географических и генетических характеристиках населения. Результатом будет создание реалистичной модели населения страны или региона, позволяющей оценивать и прогнозировать динамику здоровья, демографических и социальных процессов при разных сценариях развития.

ЛИТЕРАТУРА



1. *Rockhill B., Newman B., Weinberg C.* Use and misuse of population attributable fractions//American Journal of Public Health January. — 1998. — Vol. 88. — № 1. — P. 15–19. DOI: 10.2105/AJPH.88.1.15.
2. *Patel M.S., Srinivasan M.* Metabolic programming: causes and consequences//Journal of Biological Chemistry. — 2002. — Vol. 277. — P. 1629–1632.
3. *Sharan R., Ideker T.* Modeling cellular machinery through biological network comparison//Nature Biotechnology. — 2006. — Vol. 24. — P. 427–433.
4. *Ghazalpour A., Doss S., Yang X., Aten J., Toomey E.M., Nas A.V., Wang S., Drake T.A., Lusis A.J.* Toward a biological network for atherosclerosis//J. Lipid Res. — 2004. — Vol. 45. — P. 1793–1805.
5. *Barabási A.-L.* Network Medicine — From Obesity to the «Diseasome»//N. Engl. J. Med. — 2007. — Vol. 357. — № 4. — P. 404–407.
6. *Bruzzi P., Green S.B., Byar D.P., Brinton L.A., Schairer C.* Estimating the population attributable risk for multiple risk factors using case-control data//American journal of epidemiology. — 1985. — Vol. 122. — № 5. — P. 904–914.
7. *Levin M.L.* The occurrence of lung cancer in man//Acta Unio Int Contra Cancrum. — 1953. — Vol. 9. — № 3. — P. 531–541.
8. *McElduff P., Attia J., Ewald B., Cockburn J., Heller R.* Estimating the contribution of individual risk factors to disease in a person with more than one risk factor//Journal of Clinical Epidemiology. — 2002. — Vol. 55. — P. 588–592.
9. *Lynch J., Smith G.D.* A life course approach to chronic disease epidemiology//Annu. Rev. Public Health. — 2005. — Vol. 26. — P. 1–35.
10. *Ben-Shlomo Y., Kuh D.* A life-course approach to chronic disease epidemiology: conceptual models, empirical challenges and interdisciplinary perspectives//International Journal of Epidemiology. — 2002. — Vol. 31. — P. 285–293.
11. *Gluckman P.D., Hanson M.A.* Living with the Past: evolution, development, and patterns of disease//Science. — 2004. — Vol. 305. — № 5691. — P. 1733–1736.
12. *Gluckman P.D., Hanson M.A., Beedle A.S.* Early life events and their consequences for later disease: a life history and evolutionary perspective//American Journal of Human Biology. — 2007. — Vol. 19. — P. 1–19.



- 13.** *Parker J., Epstein J.M.* A Distributed Platform for Global-Scale Agent-Based Models of Disease Transmission//ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation (TOMACS). — 2011. — Vol. 22. — Issue 1. ISSN:1049-3301 EISSN:1558-119.
- 14.** *Epstein J.M., Goedecke D.M., Yu F., Morris R.J., Wagener D.K., et al.* Controlling Pandemic Flu: The Value of International Air Travel Restrictions//PLoS ONE. — 2007. — Vol. 2. — № 5. — P. e401. doi:10.1371/journal.pone.0000401.
- 15.** Global Epidemic Model. URL: <https://www.epimodels.org/midas/Rpubglobamodel.do> (Дата обращения: 27.08.2013).
- 16.** *Yang Y., Sugimoto J.D., Halloran M.E., Basta N.E., Chao D.L., Matrajt L., Potter G., Kenah E., Longini I.M. Jr.* The Transmissibility and Control of Pandemic Influenza A (H1N1) Virus//Science. — 2009. — Vol. 326. — № 5953. — P. 729–733. DOI: 10.1126/science.1177373.
- 17.** *Macy M.W., Willer R.* From factors to actors: computational sociology and agent-based modeling//Annual Review of Sociology. — 2002. — Vol. 28. — P. 143–166. DOI: 10.1146/annurev.soc.28.110601.141117
- 18.** *Billari F.G., Fent T., Prskawetz A., Scheffran J. (eds.)* Agent-based computational modelling: applications in demography, social, economic and environmental sciences (contributions to economics). — Physica-Verlag: Heidelberg, 2006. ISBN 379081640X (pb)/
- 19.** *Komosinski M., Adamatzky A.* Artificial life models in software. — New York: Springer. 2009. ISBN 978-1-84882-284-9.
- 20.** Top-down design (introduction to statistical computing). URL: <http://vserver1.cscs.lsa.umich.edu/~crshalizi/weblog/798.html> (Дата обращения: 21.08.2013).
- 21.** STEP: Scripts: Attention: Treisman and Gelade 1980. step.psy.cmu.edu. March 13, 2003. URL: <http://step.psy.cmu.edu/scripts/Attention/Treisman1980.html> (Дата обращения: 21.08.2013).
- 22.** Сравнение средств разработки для создания мультиагентных систем. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_agent-based_modeling_software (Дата обращения: 21.08.2013).
- 23.** *Авилов К.К., Соловей О.Ю.* Агентные модели: анализ подходов и возможности приложения к эпидемиологии//Математическая биология и биоинформатика. — 2012. — Т. 7. — № 2. — С. 425–443.
- 24.** *Wilensky U.* NetLogo. — 1999//Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL. URL: <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/> (Дата обращения: 21.08.2013).
- 25.** NetLogo. URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Netlogo> (Дата обращения: 21.08.2013).
- 26.** FRED. Framework for Reconstructing Epidemiological Dynamics. University of Pittsburgh. URL: <http://fred.publichealth.pitt.edu/> (Дата обращения: 21.08.2013).
- 27.** MASON. George Mason University. GMU Center for Social Complexity. URL: <http://cs.gmu.edu/~eclab/projects/mason/> (Дата обращения: 21.08.2013).
- 28.** *North M.J., Collier N.T., Vos J.R.* Experiences creating three implementations of the repast agent modeling toolkit//ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation. — 2006. — Vol.16. — № 1. — P. 1–25. DOI:10.1145/1122012.1122013.
- 29.** Recursive Porous Agent Simulation Toolkit (Repast) URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Repast_%28modeling_toolkit%29 (Дата обращения: 21.08.2013).
- 30.** SWARM. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Swarm_%28simulation%29 (Дата обращения: 21.08.2013).
- 31.** The Center for the Study of Complex Systems (CSCS) URL: <http://www.lsa.umich.edu/cscs> (Дата обращения: 21.08.2013).
- 32.** GAMA. URL: <http://code.google.com/p/gama-platform/> (Дата обращения: 21.08.2013).



П.П. Зотов,

к.м.н., врач-стоматолог, г. Москва, Россия

И.С. Кицул,

д.м.н., профессор, зав. кафедрой общественного здоровья и здравоохранения Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования, г. Иркутск, Россия

И.М. Михалевич,

к.т.н., зав кафедрой информатики и компьютерных технологий Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования, г. Иркутск, Россия

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЪЕКТИВНОГО ВЫБОРА МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ В СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

УДК 61:658.011.56

Зотов П.П., Кицул И.С., Михалевич И.М. *Опыт использования компьютерных технологий для объективного выбора методов лечения в стоматологической практике (Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, г.Иркутск, Россия)*

Аннотация: В статье представлены результаты разработки компьютерной программы, позволяющей сделать объективным выбор необходимых методов лечения в стоматологической практике. С использованием большого клинического исследовательского материала и соответствующего математического аппарата доказана необходимость использования четких диагностических (информативных) признаков, что может быть положено в основу разработки специальных компьютерных программ.

Ключевые слова: многомерные математические методы исследования, информативные признаки, выбор технологий лечения, компьютерная программа, врач-стоматолог, пациент.

UDC 61:658.011.56

Zotov P.P., Kitsul I.S., Mikhalevich I.M. *Experience of using computer technologies for objective choice of methods of treatment in dentistry (Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, Russia)*

Abstract: The article presents the results of developing a computer program to make an objective choice of methods of treatment in dentistry. Using a large clinical research material and appropriate mathematical apparatus of the necessity of the use of clear diagnostic (informative) indicate that can be put in a basis of development of special computer programs.

Keywords: mathematical modeling, informative characteristics, choice of treatment technologies, computer program, dentist, patient.

Современный этап развития отечественной медицины характеризуется поступательным внедрением в практику информационных технологий [3, 6]. Не исключением в данном случае является и стоматология. Данная подотрасль здравоохранения характеризуется стремительным развитием новых медицинских технологий, количество которых имеет тенденцию к ежегодному увеличению. При этом врач-стоматолог сталкивается с ситуацией, когда на практике ему приходится выбирать одну из альтернативных технологий, опираясь исключительно на собственный клинический опыт [5]. Данные технологии зачастую предполагают разную степень медицинских вмешательств при одной и той



же клинической ситуации. Современное развитие стоматологических технологий, появление инновационных композиционных, полимерных, керамических конструкционных материалов и сплавов требуют более четких и конкретных показаний к их выбору, который не будет определяться факторами прежде всего субъективного характера: предпочтениями врача-стоматолога, влиянием фирм-производителей, материально-техническим оснащением, разнообразием клинических школ с разными теоретическими и научными взглядами. На практике ошибки выбора технологии восстановления разрушенных зубов ведут к повторному лечению, потере зуба, дополнительным затратам и связанным с этим конфликтным ситуациям, а нередко к судебным разбирательствам. Адекватный выбор метода реконструкции зубов чрезвычайно важен, так как разные врачи могут применять как методы ортопедического, так и терапевтического вмешательства, и грани между этими методами в силу появления новых технологий зачастую размыты [4].

В данной статье на примере лечения разрушенных зубов мы покажем, как можно сделать выбор врача-стоматолога более объективным.

Весь массив исследовательского клинического материала, полученного в результате обследования 193 пациентов по 127 признакам, был подвергнут дискриминантному анализу. Основной рабочей гипотезой проведенного исследования являлось предположение того, что существуют определенные (информативные) признаки, способные определить их причастность к выбору конкретной технологии восстановления разрушенных зубов. В основу исследования была положена методология математического моделирования, которая в настоящее время достаточно широко применяется в медико-биологических исследованиях [1].

Дискриминантный анализ, являясь одним из методов многомерного математического анализа, в данном случае позволил нам

выявить различия между группами по выбранным для исследования технологиям (композиционная реставрация, винир, вкладка, коронка, штифтовая культевая вкладка +коронка) по нескольким переменным признакам одновременно [7]. Данные группы в последующем нами были названы соответственно как первая, вторая, третья, четвертая и пятая.

Логический анализ перед началом проведения исследования показал необходимость распределения исследуемой совокупности пациентов на группы по следующим критериям: принадлежность к группе зубов (передняя или боковая); ранее леченные или не леченные зубы; среди леченных: по поводу кариеса или по поводу осложнений кариеса. Эти группы были положены в основу формирования шести математических моделей с определением информативных признаков в каждой из них.

Для этой цели нами последовательно было использовано несколько статистических процедур: дискриминация (интерпретация межгрупповых значений) и классификация наблюдений по группам. Основной исследовательской задачей, которая решалась на данном этапе, была определена необходимость выяснения, какой набор переменных (клинических признаков) способен отличить одну группу от другой, насколько хорошо эти переменные помогают провести дискриминацию и какие из них наиболее информативны. Суть классификации состояла в получении классифицирующих признаков, которые зависели от значений переменных таким образом, что позволили относить каждый клинический случай к одной из пяти групп [2]. Полученные репрезентивные значения переменных значений в каждой группе представляли информативные признаки — клинические (диагностические) признаки, на основе которых возможно отнесение клинического случая к выбору конкретной технологии восстановления разрушенного зуба.

На первом этапе формировали массив собранного клинического материала по приз-





Таблица 1

Качество функций дискриминантного анализа при обследовании пациентов с ранее не лечеными зубами, передняя группа зубов

Переменные	Лямбда Уилкса	F-критерий	Уровень значимости (P)
СКД-44	0,012960	6,00987	0,000695
КПЛ-47	0,010450	2,90918	0,033339
ОКМ-64	0,013670	6,88635	0,000258
ЧС3-85	0,022840	18,21425	0,000001
ЧС4-86	0,016431	10,29700	0,000008
ЧС5-87	0,028979	25,79853	0,000001

накам, представленным в приложении 1, в рабочую матрицу, где наличие признака кодировали цифрой 1, его отсутствие — 0. Качество клинического обследования пациентов, имеющих разрушенные зубы, и его достоверность определяли надежность решающих правил дискриминантного анализа.

На втором этапе вырабатывали решающие правила и давали оценку их информативности. Все расчеты производились в автоматизированном режиме с использованием программы STATISTICA, которая обеспечивала отбор информативных признаков и получение решающих правил в виде линейных классификационных функций (ЛКФ) и канонических линейных дискриминантных функций (КЛДФ). Качество выработанных правил оценивали сопоставлением результатов классификации с исходной классификацией клинических групп в рабочей матрице.

Результаты получали в виде готовых расчетов с их последующей интерпретацией. Ниже представлены основные результаты проведенного дискриминантного анализа. Были отобраны ведущие статистические критерии, отражающие качество функций дискриминантного анализа и информативность клинических признаков.

Информативность клинических признаков оценивалась по значению F-критерия Фишера. Также использовался статистический критерий лямбда Уилкса, который позволяет судить о мощности дискриминации и оценива-

ется следующим образом: чем ближе значение к 0, тем лучше дискриминация. Соответственно близость критерия к 1 свидетельствует о вероятности ошибки и плохой дискриминации. В исследовательские модели были отобраны только те признаки, которые имели $p < 0,05$ по критерию Фишера. Подобный анализ был проведен на материалах шести групп обследованных пациентов.

В таблице 1 приведен пример дискриминантного анализа результатов обследования пациентов с ранее не лечеными зубами в передней группе.

Данные таблицы показывают, что значение лямбды Уилкса для всех признаков, близкое к 0, свидетельствует о мощности проведенной дискриминации в данной группе пациентов. Уровень значимости (P) во всех случаях подтверждает информативность отобранных признаков. Причем, судя по значениям F-критерия Фишера, высокого для всех клинических признаков, самую высокую информативность имеют последние три, отражающие сохранность стенок твердых тканей зуба.

На следующем этапе получали решающие правила в виде линейных классификационных функций (табл. 2).

Полученные ЛКФ, представленные в таблице, в последующем позволяли получать математические решения, которые показывают, какой конкретный вид технологии восстановления разрушенного зуба показан данному больному.



Таблица 2

Коэффициенты линейных классификационных функций при обследовании пациентов с ранее не лечеными зубами, передняя группа зубов (F)

Переменная	Классификация функций				
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5
СКД-44	10,2281	11,9359	3,8039	5,8025	0,47325
КПЛ-47	9,6408	9,8959	7,0523	15,9918	4,92123
ОКМ-64	7,9165	8,4966	10,8785	-6,3993	-0,51383
ЧС3-85	31,7105	32,9135	31,4228	22,9208	0,41369
ЧС4-86	26,6005	28,0185	27,3787	16,4432	-0,10764
ЧС5-87	28,5797	76,1426	30,0983	14,8434	-0,23610
Постоянная	-26,1067	-49,8958	-25,3152	-18,4694	-2,74300

Примечание: Группа 1 — больные, которым показана композитная реставрация; группа 2 — больные, которым показан винир; группа 3 — вкладка; группа 4 — коронка; группа 5 — штифтовая культевая вкладка + коронка.

Таблица 3

Оценка чувствительности решающих правил (%)

Группы технологий	Модели пациентов					
	1	2	3	4	5	6
G_1:1	84,1	84,6	92,3	80,9	81,6	93,6
G_2:2	82,4	95,0	84,6	82,1	93,5	85,3
G_3:3	90,3	92,1	81,4	89,7	92,7	85,2
G_4:4	96,2	89,9	85,6	92,1	87,6	94,1
G_5:5	98,8	94,3	95,7	96,9	97,4	99,3
Итого:	90,4	91,2	87,9	88,3	90,6	91,5

Примечание: Модель пациента 1 — ранее не леченные зубы, передняя группа зубов; 2 — ранее леченные зубы, 3 — боковая группа зубов; ранее леченные зубы по поводу осложнений кариеса, боковая группа зубов; 4 — ранее леченные зубы по поводу осложнений кариеса, передняя группа зубов; 5 — ранее леченные зубы по поводу кариеса, боковая группа зубов; 6 — ранее леченные зубы по поводу кариеса, передняя группа зубов.

На следующем этапе рассчитывали квадрат расстояний Махалонобиса между группами переменных признаков в каждой группе у пациентов. Суть применения данного математического подхода заключалась в том, чтобы определить положение точки, представляющей среднее для всех переменных в многомерном пространстве, определенном переменными рассматриваемой модели — в дан-

ном случае в пяти группах по технологиям восстановления разрушенного зуба.

Перед тем, как привести собственно математические уравнения по линейным классификационным функциям, представим результаты оценки чувствительности решающих правил или точность группирования (табл. 3).

Оценка чувствительности решающих правил позволяет определить точность «разбив-





Таблица 4

Коэффициенты линейных дискриминантных функций при обследовании пациентов с ранее лечеными зубами по поводу осложнений кариеса, боковая группа зубов (F)

Переменная	Классификация функций				
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5
ЛОК-3	-0,1449	2,0408	1,9670	2,2780	-0,1723
УС-33	13,1856	14,7779	12,2809	22,5506	13,6455
КПЗ-36	1,0726	4,8409	-0,4534	3,4826	1,2195
КПН-37	7,0938	7,7571	4,5053	6,1083	10,1957
СКД-44	24,8141	24,2733	19,0914	4,7622	6,8363
СКО-45	18,7813	17,4237	14,4415	2,7112	8,1496
ЧС1-83	1,8009	1,6326	1,7975	0,4868	7,4210
ЧС3-85	-3,4878	-4,3748	4,9836	-0,8449	-6,6711
НКО-99	43,2969	44,0791	33,8782	49,3144	46,1894
НКТ-100	40,8410	47,6860	33,7125	54,8878	48,1236
Постоянная	-34,2726	-39,7111	-25,7837	-35,8429	-31,7239

Примечание: Группа 1 — больные, которым показана композитная реставрация; группа 2 — больные, которым показана винир; группа 3 — вкладка; группа 4 — коронка; группа 5 — штифтовая культевая вкладка + коронка.

ки» исследуемых объектов на группы. Полнота формирования этих групп делает их пригодными для математического прогнозирования. Данная методика предполагает оценку результатов по принципу: чем больше, тем точнее. Иначе говоря, чем больше объектов попадает в группу по общности информативных признаков, тем точнее результаты. В целях математического моделирования 80% и более объектов, попадающих в группу, считается достаточным для дальнейшего формирования прогностических моделей. В нашем исследовании все группы достигают указанный порог, что подтверждает исследовательскую состоятельность полученных материалов. Так, например, 84,1% пациентов из группы с ранее не лечеными передними зубами своими информативными признаками формирует группу показаний к использованию композитной реставрации; 92,1% пациентов с ранее лечеными передними зубами по поводу осложнений кариеса формируют группу показаний к

использованию коронки. Речь идет о комбинации информативных признаков.

Все представленные выше данные о частотном распределении признаков, их различиях и чувствительности решающих правил позволили нам на достоверной основе использовать полученный материал в целях разработки системы математического распознавания показаний к выбору конкретной технологии разрушенного зуба с учетом исходной индивидуальной клинической картины.

Далее приведем пример расчета линейных уравнений, которые были заложены в основу разработанной нами компьютерной программы. В качестве примера используем классификационные функции, полученные по материалам обследования пациентов с ранее лечеными зубами по поводу кариеса (боковая группа зубов) (табл. 4).

Линейные классификационные функции (ЛКФ) рассчитываются по следующим формулам:

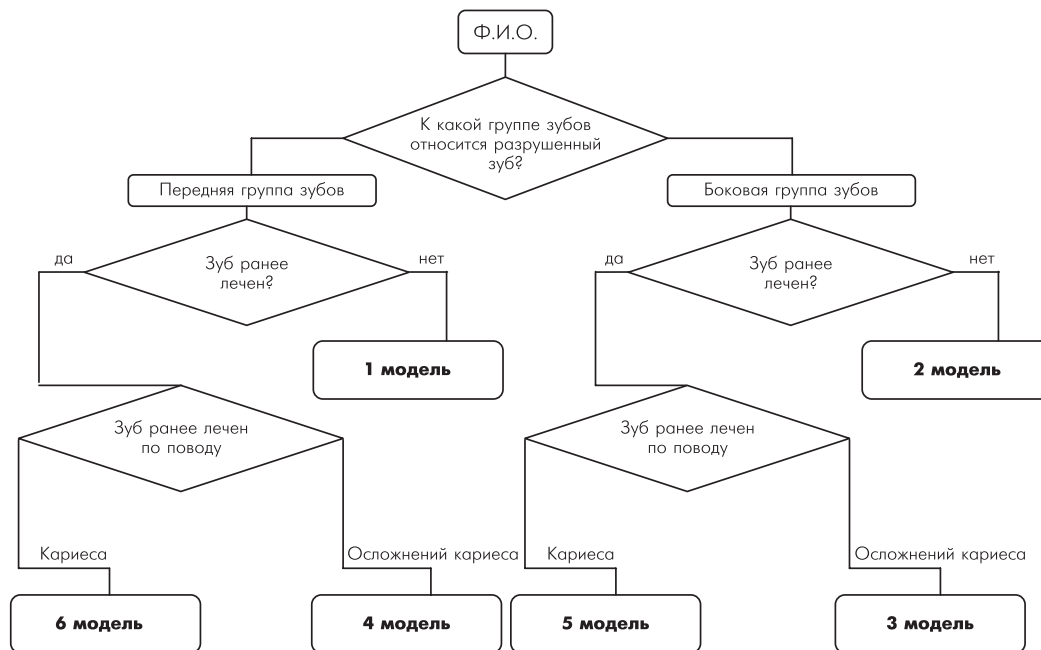


Рис. 1. Алгоритм выбора модели для расчета ЛКФ в компьютерной программе

$$F1 = -34,27 - 0,14 \times X1 + 13,18 \times X2 + 1,07 \times X3 \dots + 40,84 \times X10,$$

$$F2 = -39,71 + 2,04 \times X1 + 14,77 \times X2 + 8,84 \times X3 \dots + 47,68 \times X10,$$

$$F3 = -25,78 + 1,96 \times X1 + 12,28 \times X2 - 0,45 \times X3 \dots + 33,71 \times X10,$$

$$F4 = -35,84 + 2,27 \times X1 + 22,55 \times X2 + 3,48 \times X3 \dots + 54,88 \times X10,$$

$$F5 = -31,72 - 0,17 \times X1 + 13,64 \times X2 + 1,21 \times X3 \dots + 48,12 \times X10,$$

где $X1, X2, X3, \dots, Xk$ — фактические переменные значения конкретного объекта (в нашем случае — 1 или 0).

Рассчитав указанные уравнения по каждой модели, получаем цифровые значения классификационных функций ($F1, F2, F3, F4$ и $F5$). То уравнение, в котором получилось наибольшее цифровое значение, является решающим и указывает на ту технологию, которая показана в данном конкретном случае. Соответственно: $F1$ — композитная реставрация, $F2$ — винир, $F3$ — вкладка, $F4$ — коронка, $F5$ — штифтовая культевая вкладка, покрытая коронкой.

Расчет указанных уравнений является результирующим во всей этой работе. Однако на практике производить эти расчеты является трудоемким процессом, требующим много времени.

Одной из задач настоящего исследования являлась разработка соответствующей компьютерной программы, которая в автоматическом режиме осуществляет расчет указанных уравнений. Сама программа, имея достаточно простой интерфейс, позволяет врачу-стоматологу при осмотре пациента определить наличие или отсутствие соответствующих признаков и получить рекомендацию по выбору технологии восстановления разрушенного зуба конкретному пациенту.

Структурно-функциональное построение разработанной нами программы представлено ниже. Принцип деления пациентов на группы для автоматического расчета уравнений представлен на рис. 1.

Согласно представленному на рис. 1 алгоритму, врач при осмотре пациента с разру-





Электронный помощник выбора конструкции протеза для реконструкции зуба (...)

Фамилия: Иванов

Имя: Николай

Отчество: Петрович

Пол: Мужско Женский

Возраст: 48

Далее >>

Рис. 2.
**Паспортная часть
компьютерной
программы**

Электронный помощник выбора конструкции протеза для реконструкции зуба (Assistant)

К какой группе зубов относится разрушенный зуб?

Передняя группа зубов

Боковая группа зубов

Далее >>

Рис. 3.
**Фрагмент
интерфейса
компьютерной
программы,
показывающий
последовательность
выбора модели
пациента**

Электронный помощник выбора конструкции протеза для реконструкции зуба (...)

Сохранены только 3 стенки твердых тканей коронковой части зуба?

Да

Нет

Далее >>

Рис. 4.
**Пример вопроса
программы,
связанного с
информативными
признаками
данной модели
пациента**

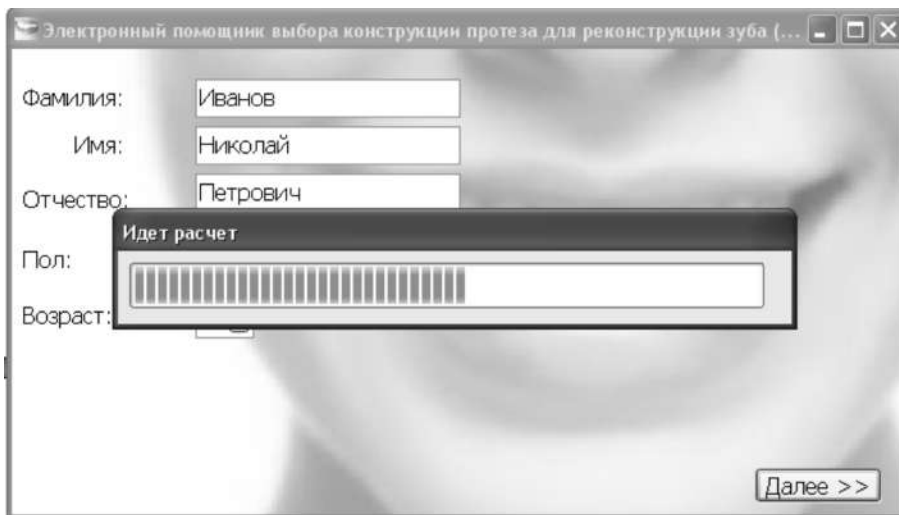


Рис. 5.
Пример
автоматического
расчета ЛКФ для
данной модели
пациента в
компьютерной
программе

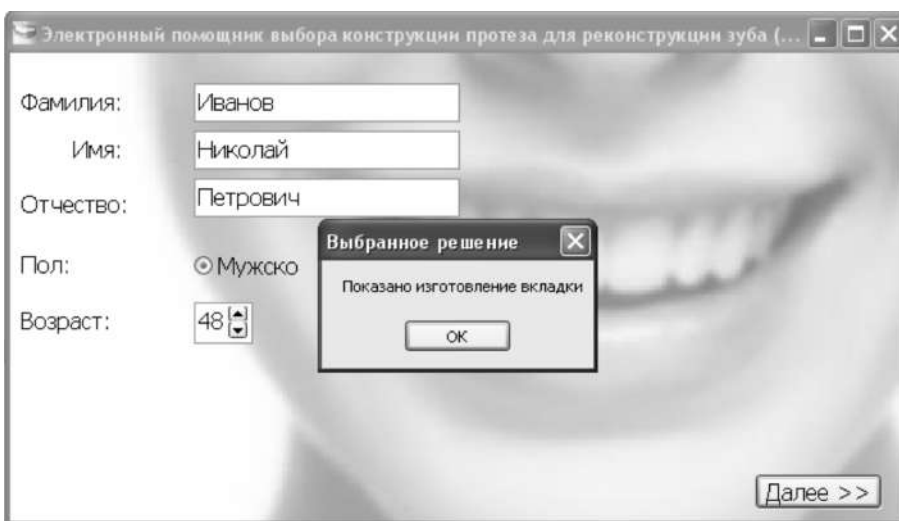


Рис. 6.
Пример решения
программы
с рекомендацией
показанной
в данном
клиническом
случае технологии
восстановления
разрушенного
зуба

шенным зубом должен ответить на указанные в схеме вопросы и следовать по ней. Эти вопросы включены в интерфейс программы (рис. 2).

Далее врач-стоматолог следует указанному алгоритму и отвечает на ведущие вопросы, которые позволяют выбрать модель пациента. Пример приведен на рис. 3.

После выбора модели пациента программа автоматически задает вопросы, касающиеся информативных признаков, их наличия или отсутствия (рис. 4).

Далее, после того, как врач-стоматолог ответит на все вопросы, программа произве-

дет автоматический расчет линейных классификационных функций по указанным выше уравнениям (рис. 5).

После завершения расчетов компьютерная программа предложит рекомендуемую в данном клиническом случае технологию восстановления разрушенного зуба (рис. 6).

Таким образом, проведенное клиническое обследование и обработка большого массива клинического материала позволили нам произвести математическое обоснование моделей пациентов, групп технологий, информативных признаков, определяющих показа-





➤ ния к выбору конкретной технологии восстановления разрушенного зуба. На практике это является простым и удобным диагностическим инструментом, позволяющим значительно снизить ошибки на этапах выбора тактики лечения разрушенных зубов.

ЛИТЕРАТУРА



1. Алленов А.М., Казанцев В.С. Математическое моделирование в управлении здоровьем населения // Врач и информационные технологии. — 2011. — № 6. — С. 62–67.
2. Волкова Н.В., Михалевич И.М., Щуко А.Г., Малышев В.В. Многофакторный статистический анализ в верификации предикторов и прогнозировании исхода фистулизирующих антиглаукоматозных операций // Глаукома. — 2013. — № 3–2. С. 111–118.
3. Гусев А.В. Рынок медицинских информационных систем: обзор, изменения, тренды // Врач и информационные технологии. — 2012. — № 3. — С. 4–15.
4. Зотов П.П., Арутюнов С.Д., Кицул И.С., Вартанов Т.О. Опыт использования экспертных оценок при разработке критериев качества реставрации разрушенных зубов // Сибирский медицинский журнал. — Иркутск. — 2009. — Том 97. — № 6. — С. 169–170.
5. Кицул И.С. Специфика спроса на стоматологические услуги: научно-практический аспект // Менеджер здравоохранения. — 2006. — № 8. — С. 31–36.
6. Фролов С.В., Маковеев С.Н., Семенова С.В. Современные особенности развития медицинских информационных систем // Врач и информационные технологии. — 2010. — № 2. — С. 4–9.
7. Юнкеров В.И. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований / Ред. В.И. Юнкеров, С.Г. Григорьев, М.В. Резванцев. — 3-е изд., доп. — СПб.: ВМедА, 2011. — 318 с.

ИТ-новости

В РОССИИ С 2014 ГОДА ПОЯВЯТСЯ ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕЦЕПТЫ И БОЛЬНИЧНЫЕ

Минздрав намерен разработать личный кабинет пациента, электронный больничный и электронный рецепт в течение 2014 года. Вся необходимая информация о пациенте будет внесена в базу данных и личный кабинет, что позволит значительно упростить процедуру получения лекарств в аптеке.

Когда система будет полностью апробирована и введена повсеместно, пациенту не нужен будет бумажный рецепт. Он сможет просто прийти в аптеку и в базе данных будет информация о том, какие препараты ему выписал врач.

А работодатель, в свою очередь, будет получать больничный электронный лист. Сервис электронного рецепта будет особенно удобен для хронических больных, которым требуется получать их регулярно.

Источник: РИА «Новости»

**Ю.Ю. КУДРЯШОВ,**

к.т.н., генеральный директор ООО НПП «Волготех», г. Саратов, Россия, volgotec@volgotec.ru

О.Ю. АТЬКОВ,

д.м.н., профессор, вице-президент ОАО «РЖД», г. Москва, Россия, cz-oa@css-rzd.ru

А.А. ПРОХОРОВ,

к.ф.-м.н., ведущий программист ООО НПП «Волготех», г. Саратов, Россия, volgotec@volgotec.ru

Я.П. ДОВГАЛЕВСКИЙ,

д.м.н., заместитель директора ФГБУ СарНИИК МЗ РФ, г. Саратов, Россия,
yakov.dovgalevskiy@gmail.com

«ДОМАШНЕЕ ЛИЦО» ПЕРСОНАЛЬНОЙ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ

УДК 615.471/.472; 616-7

Кудряшов Ю.Ю., Атьков О.Ю., Прохоров А.А., Довгалеvский Я.П. «Домашнее лицо» персональной телемедицины (ООО Научно-производственное предприятие «Волготех», г. Саратов, Россия)

Аннотация. Статья посвящена целям и задачам персональной телемедицины (ПТМ), ее месту и роли в современной медицине. Рассмотрены отличия дистанционного мониторинга параметров здоровья пациента от традиционной медицинской практики, обоснован переход от технологий домашнего мониторинга к ПТМ. Предложены требования к современным системам ПТМ, адекватные текущему уровню развития информационных технологий. Рассмотрены задачи персональной ТМ и ее информационного обеспечения с примерами практической реализации различных функций.

Ключевые слова: домашний мониторинг; персональная телемедицина; информационная система.

UDC 615.471/.472; 616-7

Kudryashov Y.Y., Atkov O.Y., Prokhorov A.A., Dovgalevskiy Y.P. The «home face» of the personal telemedicine (RPE Volgotec Ltd., Saratov, Russia)

Abstract. In this paper authors describe purpose of personal telemedicine (PTM) and its role in modern health policy. Differences of remote health monitoring and traditional medicine are considered and transition from home monitoring to personal telemedicine is substantiated. Authors propose requirements for modern PTM systems appropriate to contemporary level of informational technologies development. Objectives of PTM are considered with examples of various functions implementation.

Keywords: home health monitoring; personal telemedicine; informational system.

Телеметрия основных функциональных показателей пациента имеет длительную историю. Широко известно телефонное кардиологическое консультирование пациентов — «ЭКГ по телефону» [2]. В наше время к современным системам телемониторинга параметров здоровья человека предъявляются новые, уместные, с точки зрения технологического развития и достижений современной медицины, требования. Успехи в области информационно-коммуникационных технологий позволяют осуществить комплексный подход к решению задач домашней телеме-

дицины. Во-первых, это разработка не просто регистраторов параметров пациента, а интеллектуальных систем интерактивного взаимодействия врача и пациента, позволяющих осуществить переход от системы домашнего мониторинга (ДМ) к системе персональной телемедицины. Во-вторых, это активное использование достижений медицинских информационных технологий. Трудно представить современную систему ДМ без электронной базы данных. Поэтому систему ДМ необходимо рассматривать в совокупности с информационной системой, обеспечиваю-



щей как минимум ведение электронной истории болезни (ЭИБ) пациента. Использование сочетания телемедицинских и информационно-коммуникационных технологий представляет новые, неожиданные, выходящие далеко за рамки персональной ТМ возможности для современного здравоохранения, о чем нельзя не упомянуть.

Принципы современной врачебной практики требуют индивидуализированного подбора терапии, проведения мероприятий по восстановлению резервов здоровья и формирования у человека мотивации на поддержание здорового образа жизни. Вместе с этим очевидным становится факт, что передовые достижения медицины останутся нереализованными без автоматизации работы врача и внедрения современных методологических подходов к организации медицинской помощи населению.

Одним из наиболее перспективных решений в этой области является использование возможностей телемедицины для решения проблем пациентов, требующих пожизненно-го наблюдения, проблем врача амбулаторной практики, вынужденного встречаться с пациентом «по необходимости».

Одно из используемых решений — применение разработанных специально для пациента аппаратно-программных комплексов, обладающих способностью к сохранению информации и возможностью удаленного соединения с принимающей системой для передачи данных. Современные телемедицинские сетевые устройства выполняют функции стандартных медицинских приборов, но при этом распределены в виртуальном пространстве между несколькими участниками процесса. Такая врачебная практика получила название «домашнего мониторинга» (ДМ) и активно развивается за рубежом.

Возможности телемедицины должны привлечь внимание организаторов здравоохранения, практикующих врачей и, самое главное, пациентов. С одной стороны, в наличии возможность регулярного получения врачом

мониторируемых данных; контроль за выполнением и оперативная коррекция назначений; наличие электронной истории болезни пациента и всех наблюдаемых параметров в динамике. С другой стороны, у пациента формируется ощущения «психологической защищенности», происходит экономия времени, затрачиваемого на визит. Все это является положительным мотивом к сотрудничеству.

Преимущества ДМ не заканчиваются вышеперечисленными факторами. Совокупность множества разнообразных возможностей, как правило, дает новое качество. Возможность регулярной регистрации жизненно важных параметров здоровья пациентов с высоким риском и хроническими заболеваниями в обычной среде обитания человека позволяет получить динамические клинические и инструментальные оценки, повысить приверженность пациента назначенному лечению, оценить качество жизни. ДМ может помочь получить массивы данных для научных и фармакологических исследований при изучении эффективности новых клинических методов и лекарственных препаратов. Поэтому ДМ — направление, успешно развивающееся за рубежом, где здравоохранение принимает необходимость и экономическую целесообразность использования телемедицинских технологий.

Прежде всего для целей мониторинга разработаны разнообразные «сетевые приборы» дистанционной регистрации физиологических данных по наиболее распространенным заболеваниям: ЭКГ (кардиоваскулярные заболевания), измерители уровня глюкозы крови (сахарный диабет), спирометры (заболевания органов дыхания). Такие приборы предназначены для передачи информации по телефону в call-центр или врачу. По сути, это дистанционная диагностика состояния пациента в момент возникновения «тревожных» событий для диагностики осложнений в течение заболевания. Инструмент, который просто регистрирует жизненные показатели и отправляет их врачу, полезен, но ограничен в использо-



вании и в ряде ситуаций малоприменим. Представляется разумным расширить «перечень услуг» телемедицинского мониторинга. Словосочетание «домашний мониторинг» подразумевает наблюдение за здоровьем пациента и, по мнению авторов, устарело, не успев широко реализоваться в России. Использованию «интеллектуальных приборов» для активного взаимодействия врача и пациента, включая видеосвязь, точнее соответствует термин «персональная телемедицина». При этом мониторинг параметров здоровья — только одна из составляющих процесса лечения пациента. ПТМ, кроме задач срочной диагностики, должна решать комплекс задач, среди которых определение текущего статуса здоровья (адаптационного потенциала) пациента и мотивация к здоровому образу жизни. Требуется решение, релевантное условиям длительного наблюдения пациентов и основанное на системном подходе: оптимальная и простая в обращении система с современными возможностями обработки информации для поддержки принятия врачебных решений в различных клинических ситуациях и, что важно, ориентированная на конкретного пациента.

Именно поэтому сегодня актуально создание интеллектуальных систем мониторинга здоровья. В настоящее время реализуется европейская рамочная программа EU FP7 [3], по которой выделено 72 млн. евро. Эти системы, кроме задач регистрации набора функциональных параметров пациента и их передачи врачу, должны выполнять ряд дополнительных функций, как обеспечение высокой приверженности лечению (комплаинс), обеспечение сервиса автоматического предупреждения «опасных» состояний на основе многофакторного анализа и т.д. Кроме того, такие системы и устройства должны быть выполнены на современном техническом уровне: использовать беспроводные технологии связи датчиков пациента с коммуникационными устройствами, обеспечивать возможность использо-

вания различных видов связи, реализовывать возможность видеосвязи пациента с врачом и др. Такая телемедицинская технология предназначена не только для контроля «тревожных» состояний, но и для:

- динамического наблюдения и оперативной дистанционной коррекции лечения больных хроническими заболеваниями;
- контроля домашних реабилитационных и профилактических программ;
- наблюдения за здоровьем беременных, пожилых людей;
- объективного мониторинга воздействия медицинских препаратов (при подборе индивидуальных препаратов и дозировок, а также в научных исследованиях).

В рамках такой системы пациент будет чувствовать себя защищенным, что существенно повышает качество жизни. Более того, появление новых функций в системе мониторинга здоровья значительно расширяет область его применения от пациентов с хроническими заболеваниями до «относительно здоровых» людей, ведущих активный образ жизни, чей организм подвержен значительным физическим и психологическим нагрузкам, и населения, стремящегося к здоровому образу жизни. Таким образом, современные технологии ДМ выходят далеко за рамки «просто мониторинга», и термин «персональная телемедицина» в действительности более точно отражает современные достижения телемедицины.

Интерес к технологиям персональной телемедицины постоянно возрастает. В пресс-релизе корпорации General Electric и Intel объявили об «объединении усилий» по выводу на рынок и развитию технологий домашнего применения, которые помогут пожилым людям жить независимо, а пациентам с хроническими заболеваниями получать помощь в домашних условиях. GE Healthcare планирует представить на рынке систему Intel Health Guide — инструмент для ухода за больными, разработанный для профессиона-





лов, наблюдающих больных с хроническими заболеваниями. Учитывая резкое увеличение количества людей с хроническими заболеваниями, а также людей старшего возраста, нужно расширить возможности ухода за пациентами в домашних условиях. GE Healthcare и Intel помогут решить эту задачу, приобретающую все большую важность» [4]. На проведение исследований и развитие технологий по уходу за больными, применимыми в домашних условиях, созданный альянс GE Healthcare и Intel по реализации проекта планирует инвестировать более 250 млн. долларов в течение пяти лет.

Таким образом, можно сформулировать общий список требований к системе, отвечающей вышеперечисленным функциям. Система персональной телемедицины должна включать в свой состав:

- информационную систему (ИС) врача с базой данных историй болезни/здоровья;
- информационно-коммуникационную систему удаленного мониторинга параметров здоровья пациента с автоматической интеграцией новых данных в историю болезни/здоровья;
- систему поддержки принятия врачебных решений с библиотекой знаний и т.д. и персонализированную для каждого пациента;
- информационную систему пациента, обеспечивающую тесную связь с врачом и приверженность лечению (напоминание о выполнении процедур, приеме лекарств, отчетность перед врачом, опросники и т.д.);
- набор беспроводного персонального оборудования регистрации физиологических данных пациента по широкому спектру заболеваний на базе смартфона, планшетного или персонального компьютера;
- сервис предупреждения «опасных» состояний на основе многофакторного анализа данных с учетом особенностей конкретного индивидуума;
- сервис мотивации и формирования правильного образа жизни и, как следствие, повышения качества жизни.

Кроме того, современная система мониторинга должна обеспечивать:

- возможность видеосвязи врача и пациента в двухпоточном режиме с одновременной передачей видеоизображения пациента/врача и данных с регистрирующей аппаратуры;
- ориентированность помощи на пациента (заинтересованность во мнении пациента, вовлечение пациента в процесс принятия решений);
- открытость архитектуры для включения дополнительного оборудования, использующего современные беспроводные технологии связи;
- автоматизированное формирование электронных персональных медицинских (флэш) карт пациента;
- соблюдение существующих стандартов;
- защиту от несанкционированного доступа к данным.

Это далеко не исчерпывающий перечень требований по составу и функциональным возможностям персональной телемедицины, который может изменяться в зависимости от конкретных задач, стоящих перед врачами.

Какие задачи может решать и к каким целям должна стремиться ПТМ?

С технологической точки зрения, задачи ПТМ — это динамическое наблюдение объективных физиологических и субъективных параметров человека с целью эффективного оперативного влияния специалиста-врача на пациента, «управление» его здоровьем (прием лекарств, выполнение процедур, коррекция образа жизни).

С медицинской точки зрения, это решение задач реабилитации и вторичной профилактики после перенесенного заболевания, контроля и ведения больных хроническими заболеваниями, подбора индивидуальной лекарственной терапии, наблюдения «здоровья здоровых», предупреждения прогностически опасных состояний и т.д. с целью увеличения продолжительности и повышения качества жизни человека.

В соответствии с перечисленными техническими и медицинскими возможностями можно



условно выделить две большие области приложения ПТМ: реабилитация больных и мониторинг здоровья здоровых. Очевидно также, что в отличие от видеоконсультативной ТМ, где, как правило, проводится консилиум врачей, ставится или уточняется диагноз и выбирается тактика и стратегия лечения, задачи ПТМ имеют больше лечебно-профилактическую, а не диагностическую направленность. Решение задач реабилитации и вторичной профилактики с помощью ТМ-технологий понятно и не вызывает вопросов. В этом случае ПТМ, по сути, является некоторой новой удобной для врача и пациента формой амбулаторно-поликлинической практики. Постановка задачи наблюдения «здоровья здоровых» не столь очевидна. Возникает вопрос, зачем здоровым людям нужна ПТМ? В связи с этим необходимо отметить значительное изменение структуры жизненных ориентаций населения: по опросам более 70% взрослой популяции расценивают здоровье как важнейшую ценность. Наряду со здоровьем, наиболее важными ценностями считаются также работа, семья и дети. И здесь одним из эффективных методов сохранения здоровья в соответствии со стратегией ВОЗ являются мониторинг функциональных резервов, диагностика и коррекция донозологических расстройств.

Для человека, кроме статуса, важна динамика его здоровья. А для врача эта динамика в свою очередь важна относительно здорового состояния, данные о котором, как правило, в обычной истории болезни отсутствуют или практически не пригодны к использованию. Ведь обычно человек обращается к врачу, только когда он заболел. Поэтому для решения подобных задач необходим регулярный мониторинг различных параметров здоровья человека, в том числе и в состоянии «относительно здорового». В этом случае особенно важно наличие электронной истории и болезни, и здоровья. Надо объяснять людям, что медицинская «история жизни — здоровья» необходима для определения тревожных состояний до проявления болезни и правильного принятия решения

врачом во время болезни. Опытный врач при принятии решений основывается на медицинских знаниях, пытаясь учесть особенности организма конкретного пациента. Переход с уровня оценки состояния человека относительно медицинских знаний (по популяции) на уровень оценки состояния человека относительно его «здорового» статуса, конечно, с учетом всех медицинских знаний может быть очень важен, особенно при наличии особенностей конкретного организма. Но ведь каждый человек считает, что он «особенный и индивидуален», и хочет наблюдаться только у опытного врача. Польза от такого подхода очевидна и, главное, будет понятна потребителю ТМ-услуг. Понимание этого может быть одним из маркетинговых стимулов, и мониторинг параметров «здорового образа жизни» может оказаться востребованным определенной частью населения и нашим здравоохранением.

В отраслевой Программе МЗ РФ от 21 марта 2003 г. [1] озвучено направление, «предусматривающее переход от лечения заболевания к системе охраны здоровья граждан на основе приоритета здорового образа жизни». В соответствии со стратегией ВОЗ рассматривается мониторинг функциональных резервов, донозологическая диагностика адаптационного синдрома (по 4-м градациям выраженности) и своевременная коррекция функциональных состояний. При этом оценка функционального состояния не является самоцелью, а лишь обосновывает выбор врачебной тактики по оздоровлению пациента.

В свете изложенного становится важным поиск новых организационных форм, технологий и систем, целью которых является формирование, активное сохранение, донозологическая диагностика и своевременная коррекция здоровья всех групп населения России. И ТМ-технологии могут обеспечить решение широкого ряда задач:

- мониторинг здоровья здоровых людей с целью своевременного выявления донозологических состояний;





- мониторинг здоровья подростков с целью выявления донологических состояний и их коррекции;
- мониторинг соматической составляющей здоровья беременных и женщин репродуктивного возраста;
- мониторинг клинического состояния и реабилитация на дому людей пожилого возраста.

Комплексный системный подход к задаче развития ПТМ подразумевает рассмотрение всего набора подзадач (медицинских, технических, технологических, юридических, социальных и др.), возникающих при создании системы, состоящей из отдельных взаимосвязанных субъектов (врач, пациент, ЛПУ, системы страхования, здравоохранения и т.д.). Такой подход необходим для организации на современном технологическом уровне системы, обладающей новыми возможностями, которая, кроме мониторинга здоровья человека, будет активно влиять на формирование здорового образа жизни, повышая ее продолжительность и качество.

С технической точки зрения, комплексный подход к задаче ПТМ позволяет выбрать цель: удобный в использовании электронный медицинский комплекс интерактивного ТМ-мониторинга с видеосвязью в двухпоточковом режиме. Комплекс должен обладать системой поддержки принятия врачебных решений и базой данных о пациентах в виде электронных историй болезни/здоровья с результатами персонального телемониторинга и снабжен системой обратной связи с пациентом в виде online-назначений и консультаций.

Системный взгляд на задачу ПТМ не позволяет ограничиваться только рамками взаимодействия врача и пациента. Пациенты могут отдать предпочтение техническому качеству помощи, преемственности и непрерывности наблюдения [5]. Пациент попадает в систему ПТМ из поликлиники или стационара, где на него заведена история болезни. И необходимо максимально полно использовать эти «внутренние» возможности здравоохранения в рамках ПТМ. Обеспечить преемствен-

ность и единообразие лечения, единство истории болезни — это задачи неразрывно связаны с ПТМ, хотя и выходят за ее рамки. С другой стороны, желательно использовать «внешние» возможности. Поскольку речь идет о ТМ, кажется очевидным требование возможности для пациента из дома (через своего ТМ-врача) получить консультацию любого специалиста, вовлеченного в систему ТМ видеоконференц-связи. Понятно, что такие консультации не будут частыми, но сама возможность осуществления такой консультации в «случае крайней необходимости» тоже хороший стимул к использованию ПТМ. Соответственно видеотехнологии домашней ТМ должны обеспечивать возможность взаимодействия с существующими системами телемедицинской видеоконференц-связи и совместимость работы с профессиональной аппаратурой видеосвязи.

Учитывая вышесказанное, создание технологии ПТМ подразумевает решение ряда взаимосвязанных задач:

- разработка информационно-коммуникационного комплекса врача ПТМ, работающего на базе информационной системы лечебно-профилактического учреждения, использующего все данные электронной истории болезни и обеспечивающего единообразие и преемственность лечения;
- разработка информационно-коммуникационного комплекса пациента на базе планшетного или стационарного компьютера, обеспечивающего связь с сервером системы через различные каналы связи (мобильную связь, Internet и т.д.) и предлагающего работу с различными диагностическими приборами, работающими по беспроводным технологиям связи;
- создание (или подбор существующих) приборов для мониторинга основных параметров здоровья человека с использованием беспроводных технологий. Обеспечение регистрации показателей состояния человека по наиболее распространенным нозологиям, требующим постоянного контроля со стороны врача

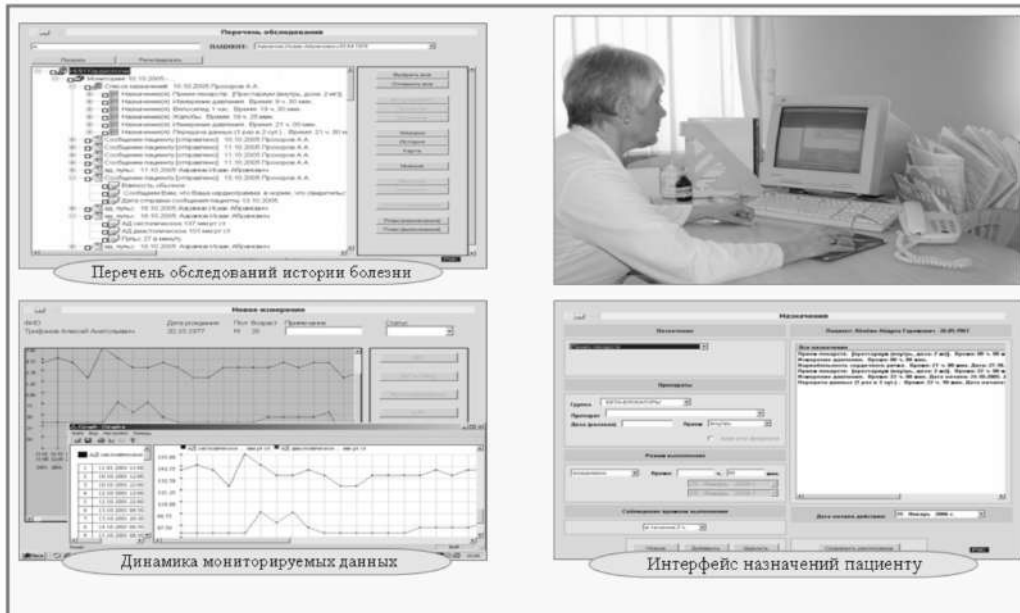


Рис. 1. Интерфейсы работы врача ИС «Кардинет-онлайн»

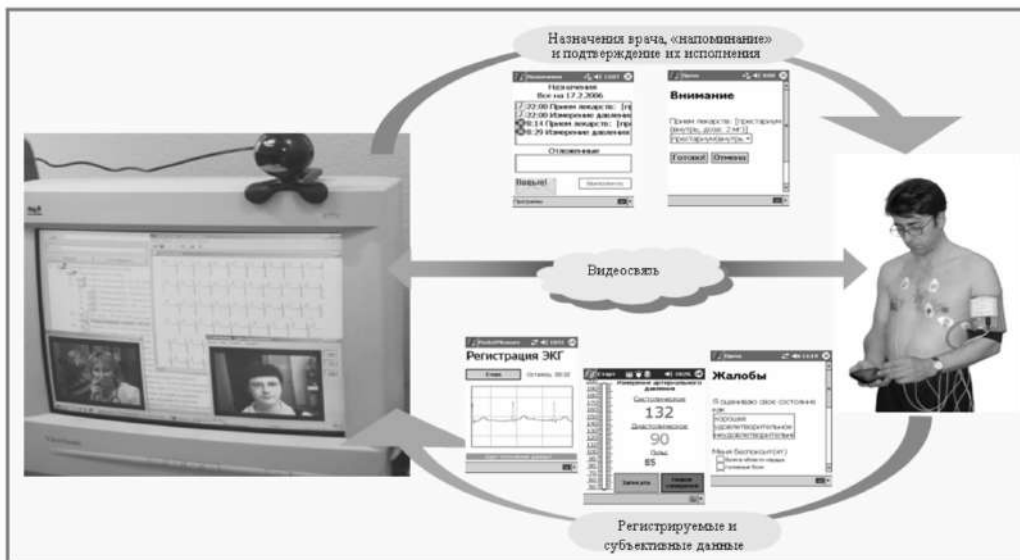


Рис. 2. Взаимодействие врача и пациента

(кардиоваскулярные заболевания, заболевания органов дыхания и сахарный диабет).

Описанные технологии персональной телемедицины реализованы в рамках информационной системы «Кардинет-онлайн» с моду-

лем персональной телемедицины и модулем системы поддержки принятия врачебных решений, разработанной ООО НПП «Волготех» г. Саратов (рис. 1, 2). Эта система в настоящее время работает в ФГБУ «Саратовский НИИ





кардиологии МЗ РФ» и за счет интеграции в информационную систему клиники и единой электронной истории болезни обеспечивает единообразие и преемственность лечения и реабилитации. Система позволяет врачам:

- осуществлять многопараметрический мониторинг;
- работать в интерактивном режиме связи, обеспечивать приверженность пациента назначенному лечению. Врач производит назначения, и в соответствующий момент времени компьютер пациента не только напоминает пациенту о данном назначении, но и требует подтвердить его исполнение. Врач, контролируя исполнение назначений и изменения регистрируемых показателей, оперативно корректирует свои рекомендации;
- осуществлять видеосвязь с пациентом с одновременной регистрацией и передачей данных его физиологических параметров;
- работать в режиме, при котором врач может взять управление компьютером и оборудованием пациента в свои руки (для пациентов, которым сложно управлять компьютером). Пациенту нужно только включить компьютер и медицинское оборудование;
- осуществлять автоматический контроль медикаментозных назначений по критериям

взаимодействия назначаемого лекарства с другими принимаемыми лекарствами, сопутствующими заболеваниями и текущим статусом показателей здоровья пациента.

В Саратовском НИИ кардиологии пациенты получают модули персональной телемедицины во временное пользование. В основном это пациенты, страдающие артериальной гипертонией и различными формами ишемической болезни сердца (стенокардия напряжения, перенесенный инфаркт миокарда). За время использования системы у всех больных был отмечен существенный рост приверженности лечению. Особенно это заметно у пациентов, страдающих артериальной гипертонией. Существенно облегчается подбор антигипертензивной терапии. Система позволяет сократить время оказания квалифицированной медицинской помощи больному с развивающимся критическим состоянием, в том числе оперативной постановкой диагноза и своевременным вызовом специализированной бригады скорой помощи.

Современные технологии домашнего мониторинга выходят далеко за рамки «просто мониторинга», и термин «персональная телемедицина» более точно отражает современные достижения телемедицины.

ЛИТЕРАТУРА



1. Приложение № 1 к Приказу МЗ РФ от 21.03.2003 № 114 Отраслевая программа «Охрана и укрепление «здоровья здоровых» на 2003–2010 гг.» URL: <http://www.med-pravo.ru/PRICMZ/PricMZ2003/114/114-1-2.htm> (Дата обращения 16.10.2012).
2. Халфен Э.Ш. Кардиологический центр с дистанционным и автоматическим наблюдением за больными. — М.: Медицина, 1980. — 192 с.
3. ICT Call 1, FP7-ICT-2007.5.1 Personal Health Systems for Monitoring and Point-of-Care diagnostics. URL: http://ec.europa.eu/information_society/events/phs_2007/docs/slides/phs2007-iakovidis-ch5-1a.pdf (Дата обращения 16.10.2012).
4. INTEL И GE СОЗДАЮТ АЛЬЯНС (ПРЕСС-РЕЛИЗ). URL: <http://magazin.hardnsoft.ru/news.asp?s=&id=6719&page=605> (Дата обращения 16.10.2012).
5. Cheraghi-Sohi S., Hole A.R., Mead N., McDonald R., Whalley D., Bower P., Roland M. What Patients Want From Primary Care Consultation A Discrete Ghoise Experiment to Identify Patients' Priorities//Ann Fam Med. — 2008. — № 6(2). — P. 107–115.

**Ф.И. БАДАЕВ,**

д.м.н., заслуженный врач России, главный врач Свердловской областной клинической больницы № 1, профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения Уральского государственного медицинского университета, г. Екатеринбург, Россия,

А.М. АЛАШЕЕВ,

к.м.н., заведующий неврологическим отделением для больных с острыми нарушениями мозгового кровообращения Свердловской областной клинической больницы № 1, ассистент кафедры анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии ФПК и ПП Уральского государственного медицинского университета, г. Екатеринбург, Россия, alashееv@live.ru

А.А. БЕЛКИН,

д.м.н., руководитель Регионального сосудистого центра Свердловской областной клинической больницы № 1, профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии ФПК и ПП Уральского государственного медицинского университета, г. Екатеринбург, Россия, belkin@neuro-ural.ru

Н.Ш. ГАДЖИЕВА,

к.м.н., заведующая подстанцией скорой медицинской помощи выездной специализированной реанимационной бригады Свердловской областной клинической больницы № 1, г. Екатеринбург, Россия

Ю.В. КУЗНЕЦОВ,

начальник отдела информационных технологий и телемедицины Свердловской областной клинической больницы № 1, г. Екатеринбург, Россия

А.Л. ЛЕВИТ,

д.м.н., заведующий отделением анестезиологии и реанимации Свердловской областной клинической больницы № 1, профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и трансфузиологии ФПК и ПП Уральского государственного медицинского университета, г. Екатеринбург, Россия

Е.В. ПРАЗДНИЧКОВА,

руководитель организационно-методического отдела Регионального сосудистого центра Свердловской областной клинической больницы № 1, г. Екатеринбург, Россия

Е.А. ЧАДОВА,

заместитель министра здравоохранения Свердловской области, г. Екатеринбург, Россия

ОРГАНИЗАЦИЯ НЕЙРОРЕАНИМАЦИОННОГО РОБОТИЗИРОВАННОГО ТЕЛЕКОНСУЛЬТИРОВАНИЯ (НРТ) В ДИСТАНЦИОННОМ МОНИТОРИНГЕ БОЛЬНЫХ С ОСТРОЙ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ





УДК 616-036.882-08

Бадаев Ф.И., Алашеев А.М., Белкин А.А., Гаджиева Н.Ш., Кузнецов Ю.В., Левит А.Л., Праздничкова Е.В., Чадова Е.А. **Организация нейрореанимационного роботизированного телеконсультирования (НРТ) в дистанционном мониторинге больных с острой церебральной недостаточностью в Свердловской области** (Свердловская областная клиническая больница № 1, г. Екатеринбург, Россия; Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия; Министерство здравоохранения Свердловской области, г. Екатеринбург, Россия)

Аннотация. В статье изложен опыт организации нейрореанимационного роботизированного телеконсультирования в Свердловской области. Роботизированное телеприсутствие обеспечивает полный эффект присутствия врача-нейрореаниматолога в процессе проведения интенсивной терапии, что способствует снижению затрат, уменьшению длительности лечения и, главное, улучшению результатов лечения.

Ключевые слова: телемедицина; острая церебральная недостаточность; интенсивная терапия; организация специализированной медицинской помощи.

UDC 616-036.882-08

Badaev F.I., Alasheev A.M., Belkin A.A., Gadzhieva N.S., Kuznetsov Y.V., Levit A.L., Prasdniczkova E.V., Chadova E.A. **Organization of Neurological Critical Care Robotic Teleconsulting for Remote Monitoring of Patients with Acute Cerebral Failure in Sverdlov Region** (Sverdlov Regional Clinical Hospital № 1, Yekaterinburg, Russia; Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia; Ministry of Health of Sverdlov Region, Yekaterinburg, Russia)

Abstract. The article describes the experience of the organization of neurological critical care robotic teleconsulting in the Sverdlovsk region. Robotic telepresence provides full effect of the presence of the neurointensivist in the process of intensive care, thereby reducing costs, duration of treatment and, most importantly, improve the results of treatment.

Keywords: telemedicine; acute cerebral insufficiency; intensive care; organization of specialized healthcare.

Телемедицинские технологии в настоящее время стали отраслью медицины и широко распространены в мире. В России в силу географических особенностей телемедицина является инструментом здравоохранения для решения ряда задач и в первую очередь повышения доступности и качества оказываемой медицинской помощи. Телемедицинские технологии можно использовать как альтернативу санитарной авиации, выездным бригадам врачей, направлению пациентов на консультации в региональные и федеральные медицинские центры, а также как элемент повышения квалификации врачебного и среднего медицинского персонала без отрыва от работы.

Возможность передачи на большие расстояния сложных медицинских данных, включая статические и подвижные (видеозаписи) изображения, позволила поставить во всей полноте задачу обеспечения медицинской помощью в условиях, когда пациент и врач-консультант могут находиться в произвольных точках земного шара [1]. Существует множество ситуаций, когда это становится необходимым [2, 3]. Например, получение консультаций в сложных случаях у высококвалифицированных специалистов узкого профиля. Первые попытки передачи медицинских сигналов и изображений в США и в СССР были предприняты в конце 50-х — начале 60-х годов. Первыми шагами «телемедицины» в качестве «дистанционной диагностики» можно считать телеметрическую запись физиологических показателей у космонавтов, а также данные им



медицинские советы. Уже во время полетов Ю.А. Гагарина и Г.С. Титова телеметрически регистрировались ЭКГ в одном и двух грудных отведениях и пневмограммы.

Весьма демонстративный международный опыт практического применения телемедицины в ее современных вариантах был получен во время землетрясения в Армении (1988) и взрыва газа под Уфой (1989). Тогда были налажены телемосты (аудио-, видео- и факсимильная связь) между зонами бедствия и ведущими медицинскими центрами США под эгидой Советско-американской комиссии по космической биологии и медицине.

Успехи телемедицины определяются уровнем развития систем связи и вычислительной техники. Сегодня они позволяют зарегистрировать любое изображение в компьютере, подготовить его для пересылки, передать за разумное время, а если нужно, то и в реальном режиме времени на любое расстояние, принять и расшифровать эту информацию практически без потери качества и представить специалистам для совместного обсуждения. В последнее время значительные достижения в телемедицине обусловлены тем, что на смену аналоговому телевидению пришли цифровые каналы передачи информации, широкое распространение получили глобальные сетевые коммуникации.

Важной вехой в развитии телемедицины в неотложной неврологии стала стартовавшая в 2000 году в США программа «Telestroke». В ходе urgentной синхронной консультации врач-эксперты инсультных центров в максимально короткие сроки уточняли показания для проведения тромболизиса при ишемическом инсульте, что позволило увеличить количество случаев тромболизиса в 3–5 раз [4,6]. При этом была использована так называемая модель Fisher [6] (hub-and-spoke model), включавшая следующие этапы: физикальный (видеоконференция, осмотр пациента, неврологический статус), радиологический (работа с PACS, интерпретация данных томографии), и

собственно формулировка диагноза, определение тактики лечения и возможности проведения тромболизиса. Дальнейшим развитием данной модели является использование телеприсутствия на роботизированном шасси [9] с использованием web-технологий и платформ, что в конечном итоге повышает скорость реагирования врача-эксперта и сокращает время принятия решения. Эти свойства телемедицинских технологий были подхвачены интенсивистами в проекте TeleICU [5, 7, 8], в котором врач-реаниматолог специализированного центра оказывал консультативную помощь персоналу палаты интенсивного наблюдения отдаленной больницы в режиме реального времени. Обратиться к зарубежному опыту нас мотивировала необходимость создания телемедицинского реанимационного центра, возникшая в ходе реализации федеральной целевой программы по совершенствованию оказания помощи больным с сосудистыми заболеваниями.

В Свердловской области реализация мероприятий этой программы началась в 2008 г., когда на базе ГБУЗ СО «Свердловская областная клиническая больница № 1» был создан Региональный сосудистый центр, а в структуре больниц городов Нижний Тагил, Ирбит, Краснотурьинск и Каменск-Уральский — первичные сосудистые отделения (ПСО), для каждого из которых были определены зоны их ответственности. Общая численность населения, закрепленного за всеми четырьмя ПСО, составила 896,2 тысячи человек, или 24% взрослого населения области.

Уже в самой программе была заложена техническая возможность обеспечения телемедицинской связью между медицинскими учреждениями разных уровней, оказывающими помощь при инсульте. Значимость этой функции была оценена сразу. С первых же дней по каналу телесвязи врачи первичных сосудистых отделений передавали снимки с компьютерных томографов для консультирования в Региональный сосудистый центр





Рис. 1. Интерфейс рабочего места нейрореаниматолога при нейрореанимационном роботизированном телеконсультировании

(РСЦ). После консультации снимков нейрохирургом и телефонного интервью принимались решения о выборе оптимальной тактики ведения пациента, проведения консервативной терапии или нейрохирургической операции, включавшей оперативное пособие на месте, или перевод в нейрохирургическое отделение РСЦ ГБУЗ СО «СОКБ № 1». Очень скоро возникла высокая потребность в квалифицированном ведении возросшего количества пациентов нейрореанимационного профиля в общереанимационных отделениях и палатах интенсивной терапии неврологических отделений. Поскольку изначально специалисты по нейрореаниматологии имелись только в РСЦ, а подготовка новых требовала не менее одного года, была создана и получила развитие новая модель дистанционного мониторинга — нейрореанимационное роботизированное телеконсультирование (НРТ).

Технология нейрореанимационного роботизированного телемедицинского консультирования

Врач-консультант на рабочем месте имеет доступ к системе видеоконференц-связи с возможностью управления удаленной камерой (управление с помощью пульта дистанционного



Рис. 2. Мобильная система в удаленном первичном сосудистом отделении.

Данная система используется в первичных сосудистых отделениях и позволяет проводить нейрореанимационные роботизированные телеконсультации

управления), к рентгенологической системе хранения томограмм «K-Pacs» (Andreas Knopke, Германия), позволяющей просматривать данные компьютерной томографии (КТ), а также к информационно-экспертной системе «Монитор 2.0» (Белкин А.А. и соавторы, Екатеринбург, регистрационный № 2010614319) и рентгенологической просмотровой станции (рис. 1). В отдаленном первичном сосудистом отделении у постели больного (в палате интенсивной терапии и реанимации) устанавливается мобильный комплекс, в состав которого входит оборудование для видеоконференц-связи (рис. 2). Данная система имеет видеокамеру с хорошим разрешением, которой можно управлять дистанционно, также камера имеет трансфокатор с десятикратным приближением, диапазон наклона от +15° до -20°, угол поворота ±95°, угол обзора по горизонтали около 270°, что дает



консультанту широкие возможности проводить роботизированный осмотр пациента. Во время сеанса связи врач-консультант использует информационную систему и данные КТ пациента. В ходе видеоконсилиума врач-консультант руководит осмотром, оценивает уровень сознания, неврологический и соматический статусы, одновременно визуально фиксирует показания прикроватных мониторов, аппаратов искусственной вентиляции легких. Обычно консультация одного больного длится около сорока минут и включает осмотр, обсуждение, рекомендации, подбор аппаратных методик. Полученные данные заносятся в информационную систему, в которой возможно оперативно проводить не только поиск, но и в дальнейшем получать отчеты и проводить анализ. Синхронная визуализация данных КТ позволяет интерпретировать неврологический статус и корректировать нейрохирургическую тактику с участием специалиста. Таким образом, у постели больного проходит консилиум 4 специалистов: невролога, нейрохирурга, рентгенолога и нейрореаниматолога. В соответствии с приказом министерства здравоохранения Свердловской области «О телемедицинских мультидисциплинарных консультациях в ГУЗ СО «СОКБ № 1» № 742-П от 03.08.2010 каждая телеконсультация оплачивается из средств ОМС по утвержденному тарифу.

Программное обеспечение и связь

Связь обеспечивается посредством виртуальной частной сети на каналах ОАО «Ростелеком». Канал связи от автоматической телефонной станции районного центра до ПСО организован с помощью технологий цифровой абонентской линии связи (Digital Subscriber Line). Для работы с результатами КТ дополнительно установлено свободно распространяемое программное обеспечение «Conquest DICOM software», служащее центральным хранилищем снимков для неотложного и планового их просмотра. Для просмотр

ра снимков в DICOM-формате используется свободно распространяемое программное обеспечение «К-Racs». Для прогнозирования исхода лечения больных, находящихся в бессознательном состоянии, используется экспертная система «Монитор» версия 2.0, в котором фиксируется вся информация о больном, находящемся на мониторинге в РСЦ.

Регламент работы консультативно-диагностического отдела РСЦ состоит из 3 этапов (рис. 3)

Этап 1. Первичная консультация

Начальная информация поступает в РСЦ несколькими способами:

- путем активного обращения из реанимационных отделений лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) по телефону;
- передачей информации из Территориального центра медицины катастроф.

В КДО РСЦ круглосуточно работает диспетчер с фельдшерским образованием, врач-невролог отделения для больных с ОНМК, врач-нейрохирург нейрохирургического отделения. В дневное время проводятся консультации врача-нейрореаниматолога, заведующего неврологическим отделением, заведующего нейрохирургическим отделением. Решение об обращении из ПСО в нейрореанимационный консультативный центр принимается: в дневное время заведующим отделением, в ночное время, выходные и праздничные дни — врачами-реаниматологами, неврологами, травматологами. Об обращении в КДО обязательно делается запись в истории болезни. При обращении врачей из ЛПУ в КДО РСЦ диспетчер фиксирует данное обращение в журнал консультаций, получает по электронной почте направление установленного образца, где отражен диагноз, краткий анамнез и данные предварительных исследований КТ, КТ-ангиографии, транскраниальной ультразвуковой доплерографии, общеклинические исследования. По системе «К-Racs» передаются данные лучевой визуализации. Врач-нейрореаниматолог вводит данные в инфор-



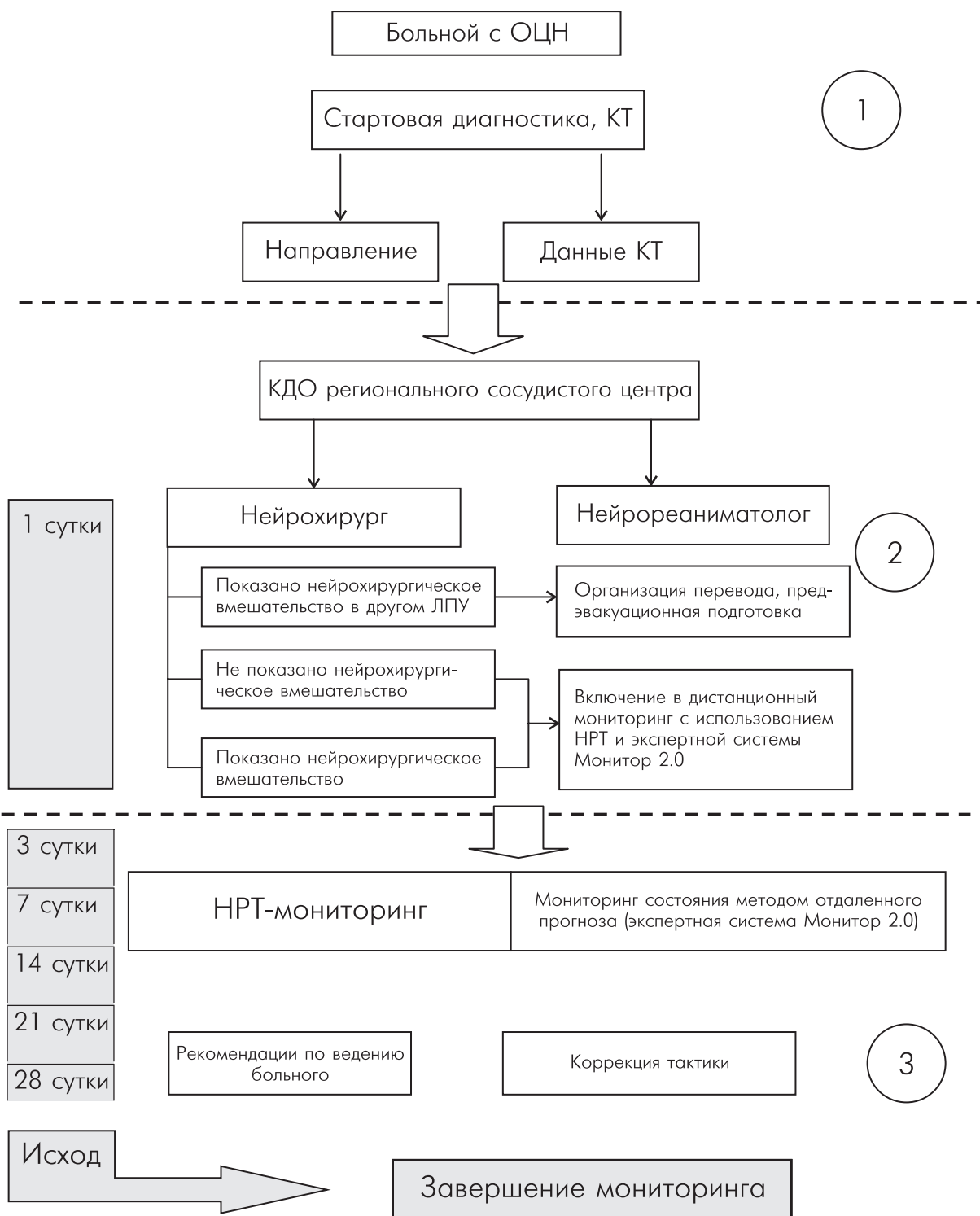


Рис. 3. Регламент работы консультативно-диагностического отдела РСЦ



мационную систему и определяет состояние больного, возможности ЛПУ по оказанию реанимационной помощи и интенсивной терапии. На основании первичной информации врач-реаниматолог принимает решение о привлечении для выработки совместного тактического решения врача-рентгенолога.

Этап 2. Выбор тактики, включение в мониторинг

По итогам анализа данных принимаются тактические решения. В случае наличия нейрохирургической патологии могут быть приняты следующие решения: оперировать пациента в условиях клиники, оперировать на месте, показана отсроченная плановая операция после стабилизации состояния. В случае, если больной нуждается в переводе, нейрореаниматолог принимает на себя обязанности по организации перевода и дает рекомендации по предэвакуационной подготовке. В иных случаях пациент включается в систему дистанционного мониторинга, основанного на применении технологии НРТ и экспертной системы мониторинга коматозного состояния методом отдаленного прогноза. (Монитор 2.0).

Этап 3. Нейрореанимационный мониторинг

Все пациенты, включенные в мониторинг, в значимые дни (3–7–14–21 и т.д.) или по требованию лечащих врачей подлежат роботизированному телеконсультированию, в ходе которого нейрореаниматолог совместно с лечащим неврологом и реаниматологом проводят телеконсилиум с осмотром пациента и обсуждением данных параклиники. Каждая консультация сопровождается введением данных в экспертную систему и получением прогностических оценок, имеющих значение для понимания динамики состояния. Исходя из полученных заключений, уточняется тактика: больной может быть вновь рассмотрен на предмет проведения нейрохирургического пособия или может нуждаться в дообследовании и долечивании в условиях специализированного нейрореанимационного отделения и

т.д. Дистанционный мониторинг вне зависимости от своей продолжительности заканчивается достижением исхода острой церебральной недостаточности, когда пациент либо переводится из реанимационного отделения при стабилизации состояния, либо наступает смерть. После окончания мониторинга продолжается работа с полученными данными, проводится экспертиза организации помощи, разбор выявленных дефектов и анализ летальных исходов у консультируемых больных. Внесенные данные в программу «Монитор 2.0» способствуют развитию и усовершенствованию разработки программ для определения прогноза пациентов с ОЦН (лучше сформулировать по-другому)

Финансирование

Основным нормативным документом, регламентирующим процедуру телеконсультирования, является Приказ МЗ Свердловской области от 03.08.2010 № 742-п «О телемедицинских мультидисциплинарных консультациях (консилиуме) в Государственном учреждении здравоохранения «Свердловская областная клиническая больница № 1» пациентов, находящихся на лечении в первичных сосудистых отделениях стационаров муниципальных учреждений здравоохранения Свердловской области». Приказ утверждает организационно-технологический алгоритм, документооборот и порядок формирования реестров для оплаты и экспертизы консультаций в системе ОМС. Кроме того, в 2013 году введен дополнительный тариф для консультируемой стороны, учитывающий организационные затраты на подготовку пациента и оборудования к проведению телеконсультации.

Результаты и обсуждение

С апреля 2010 года по октябрь 2013 года было проведено 1789 нейрореанимационных консультаций не только с сосудистыми, но и с другими заболеваниями, осложненными тяжелым неврологическим дефицитом (таблица 1).





Таблица 1

Показатели консультативной работы Регионального сосудистого центра за 2010–2013 годы

Показатель	2010 (9 месяцев)	2011	2012	2013 (9 месяцев)
Количество консультаций, проведенных специалистами РСЦ, всего:	2425	3461	4262	3455
в том числе нейрохирургов	630	822	942	1093
в том числе неврологов	1395	1957	2574	1661
в том числе анестезиологов-реаниматологов, с применением НРТ	122	535	553	579
из них передача данных осуществлена по средствам телемедицинской связи — КТ, КТ АГ, НРТ, всего	812	1413	1559	1622

КТ — компьютерная томография; АГ — ангиография; НРТ —нейрореанимационное роботизированное телеконсультирование

Таблица 2

Доля нейрореанимационных телеконсультаций от числа госпитализированных в первичные сосудистые отделения в 2010–2013 гг.

	2010	2011	2012	2013 (9 месяцев)
Госпитализировано	3528	3500	3907	2521
НРТ	122	535	553	572
НРТ, %	3	15	14	23

НРТ — нейрореанимационное роботизированное телеконсультирование

В 2013 году среднемесечное количество НРТ возросло до 111. Среднесуточное количество НРТ составляет 1,29 (95%-ный доверительный интервал от 1,23 до 1,36) при ежедневном (без выходных) восьмичасовом рабочем дне нейрореаниматолога.

По сравнению с 2010 годом доля больных, которым проведена НРТ, выросла к 2013 году в 7,5 раза, с 3 до 23% (таблица 2).

Нозологическое разнообразие консультируемых пациентов не ограничивается рамками сосудистой патологии. Проведение дифференциальной диагностики острой церебральной недостаточности и консультации по ведению на реанимационном этапе потребовались пациентам с тяжелой постгипоксической энцефалопатией, клещевым энцефалитом, полинейропатией, черепно-мозговой трав-

мой, тяжелым менингоэнцефалитом, ВИЧ-ассоциированными поражениями нервной системы, опухолевыми процессами ЦНС.

По данным регистра инсульта в трех ПСО, где охвачены консультациями все нейрореанимационные пациенты, по сравнению с девятью месяцами 2010 года и тем же периодом 2013 года отмечается снижение летальности, например, ПСО г. Каменск-Уральский — на 1,9%; в ПСО г. Ирбит — на 2,9%; ПСО г. Нижний Тагил — на 3,8%; в то время как в ПСО г. Краснотурьинска, где по техническим причинам прикроватные телемедицинские консультации проводились нерегулярно, летальность за сравниваемый период относительно показателя 2010 года увеличилась на 6,1% (таблица 3). Несомненно, что на летальность при ОЦН в ПСО могут воздействовать



Таблица 3

Показатели смертности от инсульта в первичных сосудистых отделениях в 2010–2012 гг.

<i>Первичные сосудистые отделения</i>	<i>2010 г., %</i>	<i>2011 г., %</i>	<i>2012 г., %</i>
ГБУЗ СО «Демидовская ЦГБ», г. Нижний Тагил	19,3	18,7	18,4
ГБУЗ СО «Ирбитская центральная городская больница»	14,9	11,9	12,1
ГБУЗ СО «Краснотурьинская городская больница № 1»	13,9	18,0	21,9
ГБУЗ СО «Городская больница № 3», г. Каменск-Уральский	18,6	18,0	15,8

различные факторы, смертность — показатель многофакторный, зависящий от многих причин, но уже сейчас очевидно, что вмешательство нейрореаниматолога, дистанционные НРТ способствуют снижению смертности нейрореанимационных больных в ПСО. В настоящее время проводится уточнение параметров оценки НРТ, что позволит объективно оценить влияние НРТ на ведение больного с ОЦН.

В момент организации ПСО, отделения РАО, палаты интенсивной терапии неврологических отделений были оснащены современным реанимационным оборудованием, новейшими лабораторными и диагностическими возможностями. Но вместе с тем обращения по поводу перевода «сложных» пациентов сохраняются. Естественное желание каждого врача в случае непростой ситуации — разделить тяжелое бремя ответственности с другим специалистом, в наилучшем случае с экспертом по проблеме больных с нейрореанимационной патологией. Консультант в данном случае исполняет роль «защитного» буфера между персоналом и родственниками, персоналом и юристами, врачами и администрацией. Роботизированный осмотр позволяет контролировать лечебный процесс на месте, проводя дистанционно консультации высокоспециализированного персонала, в связи с чем уменьшается количество необоснованных переводов пациентов на реанимационные койки РСЦ.

Таким образом, применение телемедицинских технологий в работе РСЦ позволяет:

- оптимизировать лечение на месте;
- обеспечить доступность специализированной помощи населению в отдаленных районах;
- позволяет избегать необоснованных переводов пациентов в другие ЛПУ;
- предотвращает развитие неблагоприятных осложнений во время транспортировки;
- уменьшает затраты на проведение выездных консультаций высокоспециализированных специалистов.

Выводы

Использование телемедицины в проведении интенсивной терапии представляет собой дополнительный инструмент средства связи между нейрореаниматологом и врачами ПСО или прикрепленных к ним медицинских учреждений для определения тактики ведения пациента, объема и места проведения диагностических и лечебных мероприятий.

Благодаря НТР появляется возможность нейрореанимационного сопровождения больных, пребывающих на любом расстоянии от РСЦ. Это повышает эффективность использования стандартов интенсивной терапии и позволяет в ранние сроки диагностировать динамические изменения в состоянии пациента, а значит, своевременно принимать решения по переводу больных в РСЦ для оказания высокотехнологичной медицинской помощи или организации выезда нейрохирургической или нейрореанимационной бригады в ПСО или прикрепленные к ним медицинские учреждения.





Роботизированное телеприсутствие обеспечивает полный эффект присутствия врача-нейрореаниматолога в процессе проведения интенсивной терапии, что способствует снижению затрат, уменьшению длительности

лечения и, главное, улучшению результатов лечения.

Доказательство данных положений требует дальнейшего накопления опыта и его анализа.

ЛИТЕРАТУРА



1. Владимирский А.В., Климовицки В.Г., Калиновский Д.К., Павлович Р.В., Сметанников М.Ю., Крутько Р.Л. Оборудование для телемедицинской деятельности лечебно-профилактических учреждений. Методические рекомендации. — Донецк, 2007. — 46 с.
2. Кобринский Б.А. Телемедицина в системе практического здравоохранения. — Москва: МЦФР, 2002. — 175 с.
3. Кобринский Б.А., Эрлих А.И. Система телемедицины катастроф//В сб. научных трудов. Научная сессия МИФИ. Т.3. Интеллектуальные системы и технологии. — М.: МИФИ, 2004. — С. 52–53.
4. Switzer J.A., Hall C.E., Close B., Nichols F.T., Gross H., Bruno A., Hess D.C. A telestroke network enhances recruitment into acute stroke clinical trials//Stroke. — 2010. — № 41. — P. 566–569.
5. Afessa B. Tele-intensivecareunit: thehorseoutofthebarn//Criticalcaremedicine. — 2010. — № 38. — P. 292–293.
6. Fisher M. Developingand implementing future stroke therapies: the potential of telemedicine//Annals of neurology. — 2005. — № 58. — P.66–71.
7. Lai F. Stroke networks based on robotic telepresence//Journal of telemedicine and telecare. — 2009. — № 15. — P. 135–136.
8. Larner A.J. Teleneurology: an overview of current status//Practical neurology. — 2011. — № 11. — P. 283–288.
9. Switzer J.A., Levine S.R., Hess D.C. Telestroke 10 years later — «telestroke 2.0»//Cerebrovascular diseases. — 2009. — № 28. — P. 323–330.



В РОССИИ С 2014 ГОДА ПОЯВЯТСЯ ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕЦЕПТЫ И БОЛЬНИЧНЫЕ

Минздрав намерен разработать личный кабинет пациента, электронный больничный и электронный рецепт в течение 2014 года. Вся необходимая информация о пациенте будет внесена в базу данных и личный кабинет, что позволит значительно упростить процедуру получения лекарств в аптеке. Пациент сможет просто прийти в аптеку и в базе данных будет информация о том, какие препараты ему выписал врач. А работодатель, в свою очередь, будет получать больничный электронный лист. Сервис электронного рецепта будет особенно удобен для хронических больных, которым требуется получать их регулярно.

Источник: РИА «Новости»



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ И РАЗВИТИЕ РЫНКА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ НА БЛИЖАЙШИЙ ГОД

В новом обзоре Frost & Sullivan представляется три основные тенденции, характерные для мирового рынка здравоохранения. Данный прогноз основан на результатах опроса «Пути развития в 2013 году» (2013 Search for Growth), в котором приняли участие 1835 руководителей компаний более чем из 40 стран мира. Согласно полученным данным, в 2014 г. и далее основными темами на повестке дня предприятий данной отрасли будут мобильные и облачные технологии в сфере здравоохранения, а также нормативно-правовое регулирование.

«На основании результатов данного исследования эксперты Frost & Sullivan определили ключевые факторы, способствующие развитию этого рынка, — объясняет Дорман Фоллоуилл (Dorman Followwill), партнер Frost & Sullivan. — Кроме того, исследование позволило сформулировать прогноз развития таких секторов здравоохранения, как фармацевтика, биотехнологии, клиническая диагностика и медицинские устройства, а также определить основные регионы роста данной отрасли на карте мира».

Основным драйвером роста сектора mHealth стало беспрецедентное распространение мобильных технологий, а также новые пути использования подобных решений (например, мобильных телефонов, портативных устройств для мониторинга состояния пациентов, персональных электронных помощников (PDA) и т.д.) в медицинских целях. Наибольшие перспективы технологии mHealth имеют в следующих областях: беспроводной контроль состояния пациента, системы телемониторинга с учетом местоположения и медицинские датчики, оснащенные Bluetooth. Эти технологии откроют массу новых возможностей для роста в отрасли здравоохранения. Благодаря им медперсонал и сами пациенты получат в свое распоряжение целый ряд инновационных решений.

По мере внедрения новых решений в сфере ИТ и мониторинга состояния пациентов каждое медучреждение будет вынуждено приобрести платформу беспроводных коммуникаций. Те мобильные решения, которые более других будут удовлетворять специфическим требованиям индустрии здравоохранения, станут эталоном для данного сектора.

Внедрение облачных сред поможет учреждениям сферы здравоохранения повысить качество медицинских услуг и эффектив-





ность операционной деятельности, улучшить системы обмена информацией между медицинскими центрами и управления расходами. Облачные технологии найдут себе самое разное применение. Например, они могут использоваться для хранения данных и защиты от утечек информации, ведения записей пациентов и защищенного обмена подобными сведениями.

Облачные технологии и обеспечиваемые ими преимущества в будущем могут изменить саму динамику развития отрасли «медицинских ИТ». В частности, ключевым драйвером роста сектора облачных технологий для медицины может стать потребность в эффективном и синхронизированном обмене информацией.

Что касается нормативно-правового регулирования, недавние реформы сферы здравоохранения и новые политики в данной области, принятые во многих странах, выдвинули на первое место качество медицинских услуг. В отсутствие надежных свидетельств эффективности медицинского обслуживания получение

государственных дотаций медучреждениями может быть затруднено.

Подводя итог, три основных прогноза можно сформулировать следующим образом:

- в условиях перехода к модели персонализированного обслуживания вспомогательные средства диагностики смогут кардинальным образом изменить процессы разработки и коммерциализации лекарств. Сочетание биомаркеров и лекарственных средств повысит эффективность и безопасность лечения;
- в нынешнем десятилетии мы станем свидетелями дальнейшего сближения индустрии здравоохранения и медицинской науки. В частности, многие компании «Большой фармы» будут искать альтернативы популярным маркам лекарственных препаратов;
- распространение новых технологий, позволяющих объединить прежде разрозненные медицинские устройства в единую платформу, поможет расширить функциональность устройств, уменьшить нагрузку на персонал и свести количество ошибок к минимуму.



Конкурс

Министерство здравоохранения объявило конкурс на создание специального мобильного приложения для сотовых телефонов, с помощью которого россияне смогут проверить подлинность лекарственного средства, не выходя из дома. Приложение для мобильных телефонов, которое будет считывать штрих-коды на упаковках лекарств, будет доступно для скачивания на официальном портале ведомства. Предполагается, что мобильное приложение будет работать на двух операционных системах — iOS и Android.

Чтобы получить всю необходимую информацию о лекарстве (срок годности, информацию о производителе, инструкцию по применению, человеку достаточно будет навести камеру мобильного телефона на штрих-код на упаковке. Приложение само распознает его, запросит информацию в базах данных Минздрава и Росздравнадзора, и выдаст пациенту инструкцию по применению и эталонное изображение упаковки, чтобы он мог понять, поддельное перед ним лекарство или оригинальное.



К О Н Ф Е Р Е Н Ц И Я

**«ИТ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ 2014:
РАБОТА ПРОДОЛЖАЕТСЯ»****Дата и место проведения:** 10 апреля 2014 г., г. Москва**Организатор:** CNews Conferences и CNews Analytics

Информатизация здравоохранения происходит не так быстро, как хотелось бы. В 2014 г. на поддержку системы информатизации здравоохранения по предварительным данным потребуется около 1,5 млрд руб. В списке запланированных работ — интеграция региональных и федеральных систем, реализация ряда дополнительных проектов, связанных с электронным документооборотом и введением нормативных положений, которые бы обеспечили идентификацию и верификацию тех или иных документов, а также запуск в начале 2014 г. на портале госуслуг личного кабинета пациента с доступом к ряду медицинских документов и так называемом «дневнике», где можно фиксировать некоторые данные о состоянии здоровья (например, температуру, давление и др.). При этом предполагается, что уже внедренные ИС меняться не будут, хотя их, вероятнее всего, придется «научить» обмениваться унифицированными данными с другими отраслевыми системами.

По-прежнему актуальной остается задача улучшения качества работы электронной регистратуры и на федеральном, и на региональном уровнях. Среди других масштабных проектов — национальная телемедицинская система, диспетчерское управление санитарным транспортом, а также проектирование ЦОД и хранилищ для хранения архивов изображений и видео медицинского характера.

Для решения всех обозначенных задач одних только технологий, оборудования и софта не достаточно — тормозом на пути является отсутствие единых справочников для Единой государ-

ственной информационной системы в здравоохранении, утвержденных национальных стандартов в сфере телемедицины, обучающих и методических материалов.

- Как развивается процесс информатизации здравоохранения?
- Насколько успешно реализуются проекты в регионах?
- Как изменилась работа медучреждений, уже внедривших у себя подобные решения?
- Когда у граждан России появится электронная медицинская карта?
- Как работает электронная регистратура?
- Каковы первые результаты интеграции региональных и федеральных систем?
- Появился ли электронный документооборот в медучреждениях?
- Насколько востребованы в здравоохранении телемедицинские решения?
- Как врачи и медсестры используют ИТ?
- Какие проблемы по-прежнему остаются нерешенными?

Эти и многие другие вопросы будут рассмотрены в рамках конференции «ИТ в здравоохранении 2014: работа продолжается», посвященной развитию ИТ в сфере здравоохранения.

CNews Conferences приглашает принять участие в мероприятии представителей государственных и региональных ведомств, отвечающих за вопросы здравоохранения и информатизации, руководителей медицинских учреждений, а также российские и иностранные компании, предлагающие решения в сфере информатизации здравоохранения.

Более подробная информация

http://events.cnews.ru/events/it_v_zdravooxranenii_2014__rabota_prodoljaetsya.shtml

По дополнительным вопросам обращайтесь по телефонам:

+7 (495) 363-11-11 доб. 3141, 3435, 3477, 3439, 3478. E-mail: events@cnews.ru,
Армен Айвазов, Алексей Четвернин, Елена Забродина, Ольга Крысина, Наталья Теличева.



➤ **В ТЮМГУ БУДЕТ СОЗДАН МИРОВОЙ ЦЕНТР ПРОРЫВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ИТ**

ТюмГУ станет мировым центром прорывных исследований в области ИТ. ВУЗ стал победителем конкурса, проводимого Минобрнауки и Минкомсвязи РФ, на создание центров прорывных исследований мирового уровня в области информационных технологий.

Как сообщили в пресс-службе ВУЗа, проект ТюмГУ был отобран из 130 заявок ВУЗов и научно-исследовательских институтов России.

Программы отбирались по таким критериям, как перспективность направлений исследований центра, наличие квалифицированных научных групп и ученых с мировым именем, для прикладных разработок — готовность к дальнейшей коммерциализации. Каждая из организаций-победителей имеет среди своих партнеров известные ИТ-компании.

В полный список победителей конкурса на право создания Центров прорывных исследований мирового уровня, кроме ТюмГУ, вошли еще 18 ведущих ВУЗов России.

Источник: www.naurfo.ru

 <p>10-й Юбилейный Международный форум MedSoft-2014 Выставка и конференция «Медицинские информационные технологии»</p>	<p>25-27 марта Москва, ЭКСПОЦЕНТР</p>
<p>Генеральный спонсор</p> 	<p>ВХОД НА ВЫСТАВКУ СВОБОДНЫЙ, УЧАСТИЕ В МЕРОПРИЯТИЯХ ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЫ БЕСПЛАТНОЕ</p>
<p>Спонсоры</p>    <p>Умный выбор меняющихся технологий</p>	<p>Информация по тел.: (499) 200-10-62</p>
<p>ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Информационные системы медучреждений и органов управления здравоохранением ● Региональные системы ● Электронные регистратуры ЛПУ ● Компьютерные системы для исследований и диагностики (функциональная и лучевая диагностика, лабораторные исследования) ● Системы компьютеризации массовых исследований и профилактики ● Лабораторные информационные системы ● Системы обработки изображений ● Электронные медицинские карты ● Компьютерные системы в фармации ● Компьютерные системы в стоматологии ● Телемедицинские системы. Медицинский Интернет ● Интеллектуальные медицинские системы ● Обучающие системы. Электронные атласы. Мультимедийные системы и многое другое 	<p>Адрес: ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР», павильон №2, зал №5 Краснопресненская наб., 14</p> <p>Проезд: ст.м. «Выставочная»</p> <p>Программа конференции и список участников опубликованы на сайте WWW.ARM.TU</p>



ОБЗОР АКТУАЛЬНЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

ПОДГОТОВЛЕН КОМПАНИЕЙ «ГАРАНТ»

ЭЛЕКТРОННАЯ МЕДКАРТА: ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ

Основные разделы электронной медицинской карты (утв. Министерством здравоохранения РФ 11 ноября 2013 г.)

В РФ должна быть создана госинформсистема персонифицированного учета в здравоохранении. Данная задача решается в рамках модернизации всей отрасли. Одним из важнейших элементов системы будет являться электронная медицинская карта. Приведены требования к ее структуре.

Основные разделы карты устанавливают общие положения для разработки требований к организации создания, сопровождения и использования медицинских информсистем. Они сформулированы в виде требований к структуре карты и электронной персональной медзаписи как элементу карты.

Карта ориентирована на пациента (потребителя) и должна содержать информацию, относящуюся ко всем видам медобеспечения, включая вспомогательные и экстренные услуги. В этом она отличается от карты, ориентированной на поставщика услуг, или исключительно эпизодического учета.

Карта содержит результаты наблюдений (что произошло), мнения (решения о том, что должно произойти) и планы лечения (планы относительно того, что должно произойти).

Медзапись может содержать описание произведенного осмотра или обследования (в том числе лабораторного или инструментального), консультации, назначения, описание выполненной операции или процедуры, обобщенного заключения о состоянии пациента и т.д.

Требования к структуре могут учитываться и конкретизироваться при формировании и утверждении техзаданий на создание или развитие систем.

Основные разделы предназначены для применения в информсистемах медорганизаций, систем обязательного и добровольного медицинского страхования, а также в других медорганизациях различных организационно-правовых форм деятельности, направленных на оказание медпомощи.

ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ЗАСТРАХОВАННЫХ ЛИЦ В РАМКАХ ОКАЗАНИЯ ИМ МЕДПОМОЩИ СТРАХОВЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ В СФЕРЕ ОМС: ПОРЯДОК ИНФОРМВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Приказ Федерального фонда обязательного медицинского страхования от 20 декабря 2013 г. № 263 «Об утверждении Порядка информационного взаимодействия при осуществлении информационного сопровождения застрахованных лиц при организации оказания им медицинской помощи страховыми медицинскими организациями в сфере обязательного медицинского страхования»

Установлен порядок информвзаимодействия при информационном сопровождении застрахованных лиц в рамках оказания им медпомощи страховыми организациями в сфере ОМС.





Участниками взаимодействия являются страховщики, организации, оказывающие медицинскую помощь в стационарных условиях и первичную медсанпомощь в амбулаторных условиях, ТФОМС.

Участники обмениваются данными в рамках единого информационного онлайн-ресурса региона, организованного ТФОМС. Он представляет собой единое защищенное хранилище информации, интегрированное с информсистемами фонда по персонифицированному учету сведений о застрахованных лицах и об оказанной им медпомощи.

Доступ к ресурсу предоставляется фондом в соответствии с требованиями законодательства к защите информации. Он должен быть организован в круглосуточном бесперебойном режиме.

Установлены требования к функциям и к составу информации. Определен регламент взаимодействия.

УСТАНОВЛЕННЫ ЕДИНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И ПРАВИЛА ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ УЧАСТНИКАМИ И СУБЪЕКТАМИ ОБЯЗАТЕЛЬНОГО МЕДИЦИНСКОГО СТРАХОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Приказ Федерального фонда обязательного медицинского страхования от 26 декабря 2013 г. № 276 «О внесении изменений в Приказ ФФОМС от 26 декабря 2013 г. № 276 «О внесении изменений в Приказ ФФОМС от 07.04.2011 № 79»

Изложены общие принципы построения и функционирования информационных систем и порядок информационного взаимодействия в сфере обязательного медицинского страхования, определено информационное взаимодействие при ведении НСИ и реестров в сфере ОМС. Изложены требования к региональной информационной системе обязательного медицинского страхования. Определен регламент информационного взаимодействия при ведении Единого регистра застрахованных лиц, а также регламент информационного взаимодействия при ведении персонифицированного учета медицинской помощи, оказанной застрахованным лицам в сфере обязательного медицинского страхования. Кроме того, предложен регламент информационного взаимодействия при ведении персонифицированного учета медицинской помощи, оказанной застрахованным лицам в сфере обязательного медицинского страхования за пределами субъекта Российской Федерации, на территории которого выдан полис обязательного медицинского страхования.

ООО «НПП «ГАРАНТ-СЕРВИС»
Тел.: 8 800 200 8888 (бесплатный
междугородный звонок),
8 495 647 6238 (для Москвы)
Интернет: www.garant.ru



ИНФОРМАЦИОННО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

*Полные тексты документов доступны на сайтах компании «Гарант»
и Издательского дома «Менеджер здравоохранения»: www.idmz.ru*

Делая сложное доступным

Медицинская система КМИС сегодня:

- Одно из лидирующих решений для автоматизации учреждений здравоохранения, насчитывающее свыше 200 внедрений / 12 тыс. пользователей
- Лучшая медицинская информационная система по результатам конкурса Ассоциации Развития Медицинских информационных Технологий (АРМИТ)
- Единственная в России сертифицированная по Ф3152 система
- Полноценная электронная медицинская карта, сертифицированная на соответствие всем основным ГОСТам и стандартам в области медицинской информатики
- Кроссплатформенное решение с поддержкой СПО и работой как в толстом клиенте, так и в web-браузере

www.kmis.ru



КМИС

Комплексные медицинские информационные системы

185030, Республика Карелия
г.Петрозаводск, ул. Лизы Чайкиной, 23Б
тел/факс: (8142) 67-20-10
E-mail : info@kmis.ru

Врач

и информационные
ТЕХНОЛОГИИ

