

**На правах рукописи**

**ЕГОРОВА Юлия Вадимовна**

**ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ  
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ  
НА ОСНОВЕ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ**

**Специальность 05.13.10 Управление в социальных и экономических  
системах**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**Уфа 2008**

Работа выполнена на кафедре экономики предпринимательства  
Уфимского государственного авиационного технического университета

Научный руководитель

д-р экон. наук, доц.

**Бухарбаева Лилия Явдатовна**

Официальные оппоненты

д-р техн. наук, проф.

**Кабальнов Юрий Степанович**

канд. техн. наук

**Шустерман Игорь Леонидович**

Ведущая организация

Московский государственный институт  
электронной техники (технический  
университет)

Защита состоится «7» мая 2008 г. в 10 часов  
на заседании диссертационного совета Д-212.288.03  
Уфимского государственного авиационного технического университета  
по адресу: 450000, Уфа-центр, ул. К.Маркса, 12

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан 4 апреля 2008 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
д-р техн. наук, проф.

**В.В. Миронов**

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **Актуальность темы**

В современных условиях все усиливающихся негативных воздействий внешней среды использование достижений здравоохранения, наук о человеке и среде его жизнедеятельности, смежных наук, достижений в области организации производства, построения наукоемких производственных систем, информационных технологий должно быть направлено на реализацию эффективного управления процессом оказания медицинской помощи.

Основой совершенствования управления оказанием медицинской помощи является эффективный процесс принятия решений специалистами с использованием возможностей современных информационных технологий. В условиях роста объема информации и усложнения ее структуры, особенно в сфере здравоохранения, создание таких технологий, с помощью которых решаются задачи принятия эффективных лечебно-диагностических решений, является одним из путей повышения эффективности процесса оказания медицинской помощи.

Использование информационных технологий в системе здравоохранения (СЗ) ограничивалось исторически сложившимся мнением о значительной сложности формализации лечебно-диагностического процесса, в частности, процесса принятия диагностических решений, и возможностями аппаратных средств. В работах таких ученых как В.И. Кант, Д.Д. Венедиктов, П.И. Калью, А.А. Клементьев, А.А. Марчук, Е.И. Шиган, А. Бейли, Р. Беллман, В. Lind, J. Adam, N. Bellomo, R. Wolf, Б.Г. Ильясов, Г.Н. Зверев, Л.М. Бакусов, В.Е. Гвоздев, рассматривались вопросы создания информационных систем поддержки принятия решений как в здравоохранении в целом, так и в отдельных аспектах здравоохранной деятельности, однако в основном не касались принятия лечебно-диагностических решений.

Существующие сложности в реализации проблемы информационной поддержки принятия решений специалистами требуют в первую очередь построения соответствующей системы формализации профессиональных знаний, способной с минимальными искажениями отразить врачебное мышление. Отсутствие такой системы является основным лимитирующим фактором, не позволяющим в полной мере использовать возможности современных информационных технологий для повышения качества процесса оказания медицинской помощи. Следовательно, организация информационной поддержки принятия решений в здравоохранении, основанной на формализации профессиональных знаний, является актуальной задачей.

### **Цель работы**

Целью работы является разработка информационного обеспечения системы поддержки принятия решений в здравоохранении, основанного на формализации профессиональных знаний. Реализация поставленной цели требует решения следующих **задач исследования**:

1. Исследование системы здравоохранения с позиций управления процессом оказания медицинской помощи и разработка схемы управления процессом оказания медицинской помощи.

2. Разработка системы моделей процесса оказания медицинской помощи, позволяющей провести полный анализ этого процесса и выявить различные аспекты его сущности.

3. Построение концепции формализации профессиональных знаний и разработка на ее основе математической модели процесса принятия лечебно-диагностических решений.

4. Разработка информационной системы поддержки принятия лечебно-диагностических решений и оценка эффективности системы при ее реализации в профилактическом направлении здравоохранения.

**Объектом исследования** является процесс оказания медицинской помощи.

**Предметом исследования** является процесс принятия лечебно-диагностических решений в здравоохранении на основе формализации профессиональных знаний.

#### **Методы исследований**

В работе использовались методы общей теории систем и системного анализа, методы теории управления и методология системного моделирования, методы теории графов и теории множеств.

#### **На защиту выносятся:**

1. Схема управления процессом оказания медицинской помощи, включающая в себя три уровня управления процессом оказания медицинской помощи: макроуровень (управление на верхнем уровне), мезоуровень (уровень лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ)), и микроуровень (контур принятия лечебно-диагностических решений и контур управления состоянием отдельного пациента).

2. Система моделей процесса оказания медицинской помощи, включающая структурную, функциональную, информационную модели процесса оказания медицинской помощи и математическую модель процесса принятия лечебно-диагностических решений как результат исследования СЗ с позиций управления процессом оказания медицинской помощи.

3. Концепция формализации профессиональных знаний, состоящая в едином представлении различных профессиональных методик диагностики и назначений совокупностью множеств параметров процесса оказания медицинской помощи и обосновывающая математическую модель и алгоритм процесса принятия лечебно-диагностических решений, который реализует предложенные модели и позволяет автоматизировать процесс принятия решений с целью повышения эффективности управления процессом оказания медицинской помощи.

4. Информационная система поддержки принятия лечебно-диагностических решений и результаты исследования эффективности информационной системы по медицинской, экономической и социальной составляющим, основанные на оценочной модели процесса оказания медицинской помощи и свидетельствующие о целесообразности внедрения системы.

**Научная новизна** результатов диссертационного исследования:

1. Новизна схемы управления процессом оказания медицинской помощи заключается в том, что рассмотрены три уровня управления процессом оказания медицинской помощи. Кроме того, в отличие от существующих представлений на микроуровне выделены два контура: контур управления состоянием пациента и контур принятия лечебно-диагностических решений, сочетание которых обеспечивают эффективное управление процессом оказания медицинской помощи.

2. Новизна математической модели процесса принятия лечебно-диагностических решений заключается в представлении этого процесса в виде совокупности множеств параметров состояния пациента, их диапазонов, оценок значений параметров с позиций применяемой профессиональной методики и операций между ними. Математическая модель процесса принятия лечебно-диагностических решений отличается от известных универсальной формой представления профессиональных знаний, а также возможностью оценки всего набора значений параметров состояния пациента по совокупным оценкам измеренных параметров на определенных этапах диагностики, исключая те этапы, на которых совокупные оценки параметров не имеют значения при данном обследовании, что позволяет сократить размерность задачи перебора вариантов диагнозов.

3. Новизна концепции формализации профессиональных знаний заключается в едином представлении различных профессиональных методик диагностики и назначений совокупностью множеств характеристик процесса принятия лечебно-диагностических решений. Предлагаемая концепция отличается от известных способом представления знаний как наборов равнозначных объектов с определяемыми отношениями между ними, предполагает независимость формы представления профессиональных знаний от их содержания и основана на предлагаемых совокупных оценках значений параметров состояния пациентов.

4. Впервые предложено использовать оценочную модель процесса оказания медицинской помощи в виде системного графа для оценки медицинской эффективности разработанной информационной системы поддержки принятия лечебно-диагностических решений, а также процесса оказания медицинской помощи.

**Практическую ценность** имеют следующие полученные результаты:

информационная система поддержки принятия лечебно-диагностических решений, включающая:

- базу данных формализованных методик диагностики и назначений, которые создают информационное обеспечение процесса поддержки принятия лечебно-диагностических решений;
- алгоритм поддержки принятия лечебно-диагностических решений, построенный на основе принципа соответствия традиционному алгоритму принятия решений специалистами в ходе процесса оказания медицинской помощи, что позволяет эффективно организовать этот процесс за счет быстрого и точного предоставления системой релевантной информации пользователю;
- интерфейсы для работы специалистов здравоохранения с

информационной системой поддержки принятия лечебно-диагностических решений, являющиеся эргономичными, и предоставляющие возможность специалистам быстро адаптироваться к условиям работы с разработанной информационной системой.

### **Апробация работы**

Основные положения представлены в 11 публикациях, в том числе 6 материалов трудов конференций, 4 статьи, 3 из которых опубликованы в рецензируемых журналах из списка ВАК, и 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Результаты докладывались на следующих конференциях:

– Российская научно-методическая конференция с международным участием «Управление экономикой: модели, методы, технологии», Уфа, Россия, 2002, 2003, 2004.

– Международная научно-практическая конференция «АРМ врача 2002», Днепропетровск, Украина, 2002.

– 1-й Региональный молодежный форум «Информационные технологии в XXI веке», Днепропетровск, Украина, 2003.

– Всероссийская молодежная научно-техническая конференция «Интеллектуальные системы управления и обработки информации», Уфа, Россия, 2003.

– Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы», Рязань, Россия, 2003.

### **Структура и объем работы**

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа содержит 127 с. машинописного текста, включая 23 рисунка, 16 таблиц, и список литературы из 107 наименований.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** кратко обоснована актуальность выбора темы, сформулированы цели и задачи исследования, методологический аппарат диссертации, определены научная значимость и практическая ценность полученных результатов.

**Первая глава** «Анализ комплексной научной проблемы управления процессом оказания медицинской помощи в здравоохранении как в социально-экономической системе» посвящена комплексному исследованию проблем управления процессом оказания медицинской помощи, который является основным объектом управления в СЗ. Оказание медицинской помощи является важнейшей функцией среди прочих функций СЗ, и она реализует главную цель СЗ – оказание качественной медицинской помощи. В рамках первой главы разработана функциональная модель процесса оказания медицинской помощи с использованием SADT-методологии, в которой представлены основные функциональные этапы процесса оказания медицинской помощи: регистрация пациента; проведение диагностики состояния пациента; назначение лечения или профилактики; проведение лечебно-профилактических мероприятий; контроль динамики состояния пациента; принятие тактических решений; формирование необходимой документации.

Управление процессом оказания медицинской помощи строится на основе многократного применения принципа обратной связи и отражено в предлагаемой схеме управления процессом оказания медицинской помощи, представленной на рис.1. Согласно иерархии СЗ данная схема управления включает в себя три уровня управления процессом оказания медицинской помощи: макроуровень (управление на верхнем уровне), мезоуровень (уровень ЛПУ), и микроуровень (уровень отдельного пациента). Включение в схему управления всех трех уровней позволяет показать место этого процесса в СЗ, а также взаимосвязи процесса со структурными подразделениями СЗ и связями между ними.

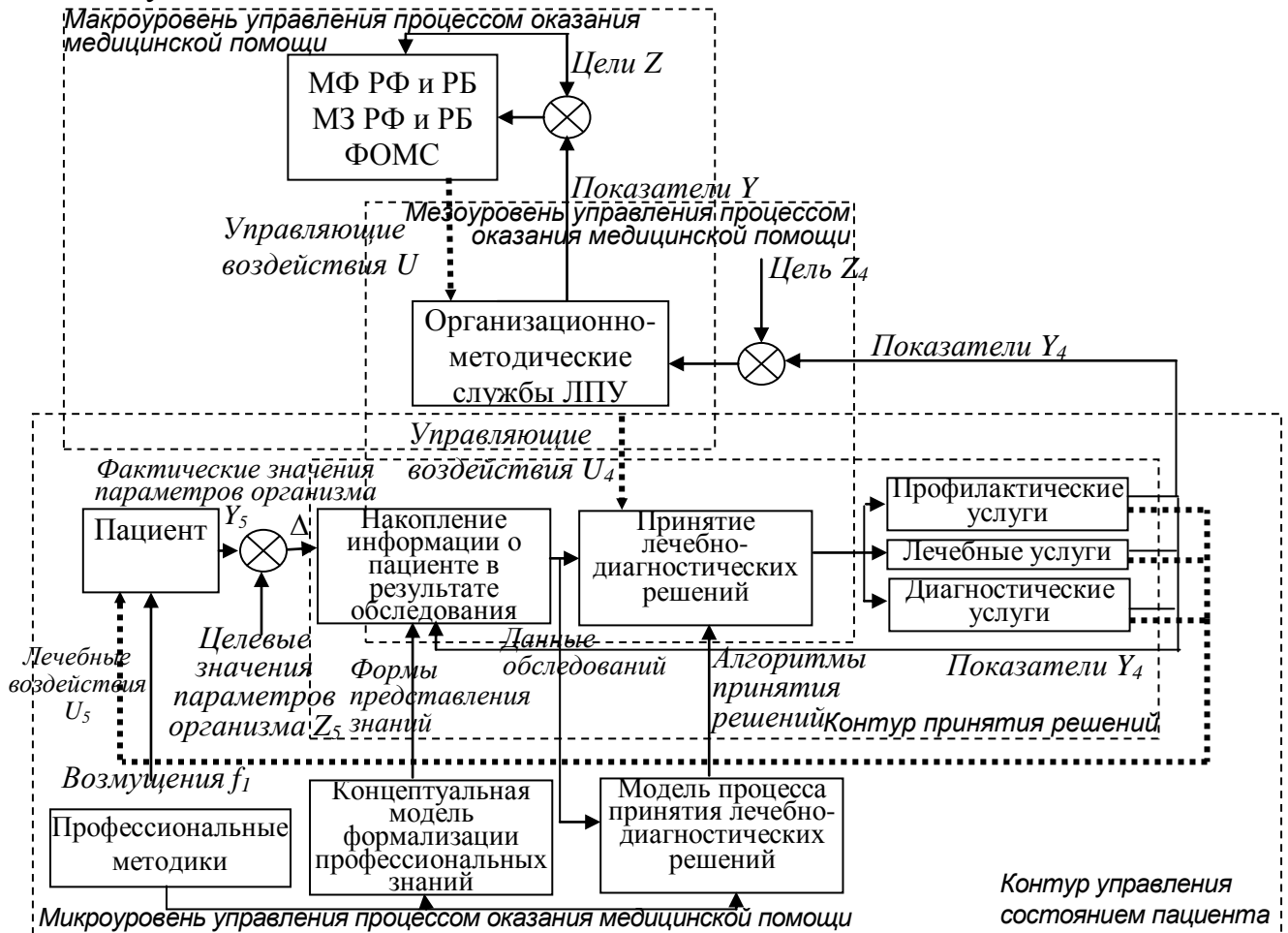


Рис. 1. Схема управления процессом оказания медицинской помощи:

$Z = \{Z_1, Z_2, Z_3\}$ , где  $Z_1$  – повышение уровня общественного здоровья;  $Z_2$  – достижение сбалансированности ресурсов, выделяемых обществом на здравоохранение;  $Z_3$  – обеспечение высокого качества МП населению;  $Y = \{Y_1, Y_2, Y_3\}$ , где  $Y_1$  – показатели, характеризующие состояние общественного здоровья;  $Y_2$  – показатели, характеризующие затраты ЛПУ в процессе ОМП;  $Y_3$  – показатели, характеризующие объем и структуру оказанной МП;  $U = \{U_1, U_2, U_3\}$ , где  $U_1$  – изменение материально-технической базы и кадров системы ЛПУ;  $U_2$  – изменение информационно-методического обеспечения системы ЛПУ;  $U_3$  – организационные и структурные изменения;  $Z_4$  – реализация программы государственных гарантий (плановые показатели);  $Y_4$  – показатели, характеризующие объем и структуру оказанной МП на уровне отдельного врача;  $U_4$  – изменение информационно-методического обеспечения работы отдельного врача;  $f_1$  – возмущения внешних факторов (изменения заболеваемости населения под влиянием различных причин, изменения порядка финансирования ЛПУ и т.п.); МЗ – Министерство здравоохранения; МФ – Министерство финансов; ФОМС – Фонд обязательного медицинского страхования

Как управление процессом оказания медицинской помощи в целом, так и управление состоянием здоровья пациентов представляют собой сложные циклические процессы, для реализации которых необходимо создание соответствующей системы информационного обеспечения, которая включала бы в себя систему знаний о человеке. При этом наиболее эффективное использование разнообразных знаний возможно с помощью моделирования всей системы знаний о человеке в здравоохранении в режиме реального времени с учетом временных характеристик. Компьютерная реализация процесса адаптации существующих знаний в здравоохранении к практическому использованию основывается на формализации этих знаний, то есть переводе их из различных существующих форм в формы, пригодные для построения эффективных технологий процесса оказания медицинской помощи.

Проведенный анализ моделей, методов и систем интеллектуальной поддержки принятия лечебно-диагностических решений показал возможности и недостатки существующих методов формализованного представления знаний, а также выявил недостатки существующих программных средств поддержки процесса принятия лечебно-диагностических решений. В то же время анализ фактических данных по автоматизации процесса оказания медицинской помощи, представленный Медицинским информационным аналитическим центром МЗ РБ, показывает, что эксплуатируемые в настоящее время в г.Уфе программные комплексы касаются в основном специальных диагностических решений в области кардиологии (чтение ЭКГ) и гастроэнтерологии (чтение ФГС), в то время как функции документооборота в них поддерживаются лишь фрагментарно, а процесс автоматизации полного цикла процесса оказания медицинской помощи находится на стадии разработки лишь в отдельных ЛПУ и не носит массового характера.

**Во второй главе** «Моделирование процесса принятия лечебно-диагностических решений в процессе оказания медицинской помощи на основе формализации профессиональных знаний» разработана система моделей процесса оказания медицинской помощи, которая позволяет выявить и объединить с методологически обоснованных позиций различные аспекты сущности этого процесса, и включает четыре вида моделей: структурную, функциональную, информационную и математическую с последующим анализом каждой из них.

Система моделей может быть представлена в виде:

$$M_o = \{M_c, M_f, M_u, M_m\},$$

где  $M_o$  – обобщенная модель процесса оказания медицинской помощи;  $M_c$  – структурная модель;  $M_f$  – функциональная модель;  $M_u$  – информационная модель;  $M_m$  – математическая модель процесса принятия лечебно-диагностических решений. Система моделей позволила провести полный анализ процесса оказания медицинской помощи как сложной системы с выявлением основных элементов и связей между ними. В качестве структурной модели процесса оказания медицинской помощи предложен системный граф процесса оказания медицинской помощи, отражающий основные элементы этого процесса и их взаимодействие (рис. 2).





Рис.2. Системный граф процесса оказания медицинской помощи

$p$  – вероятности переходов между состояниями в системном графе;  $t$  – время перехода

В процессе оказания медицинской помощи в соответствии с различным функциональным назначением медицинской помощи целесообразно выделить следующие элементы: процесс обращения к врачу; процесс диагностики, включающий первичное обследование, установку предварительного диагноза, инструментальное обследование и установку окончательного диагноза; процесс выбора метода лечения, профилактики; процесс лечения; процесс выписки под наблюдение врача. Функциональная модель процесса оказания медицинской помощи построена с помощью методологии SADT в виде IDEF-диаграмм. Диаграмма, отображающая декомпозицию функции «Оказание медицинской помощи» представлена на рис.3.

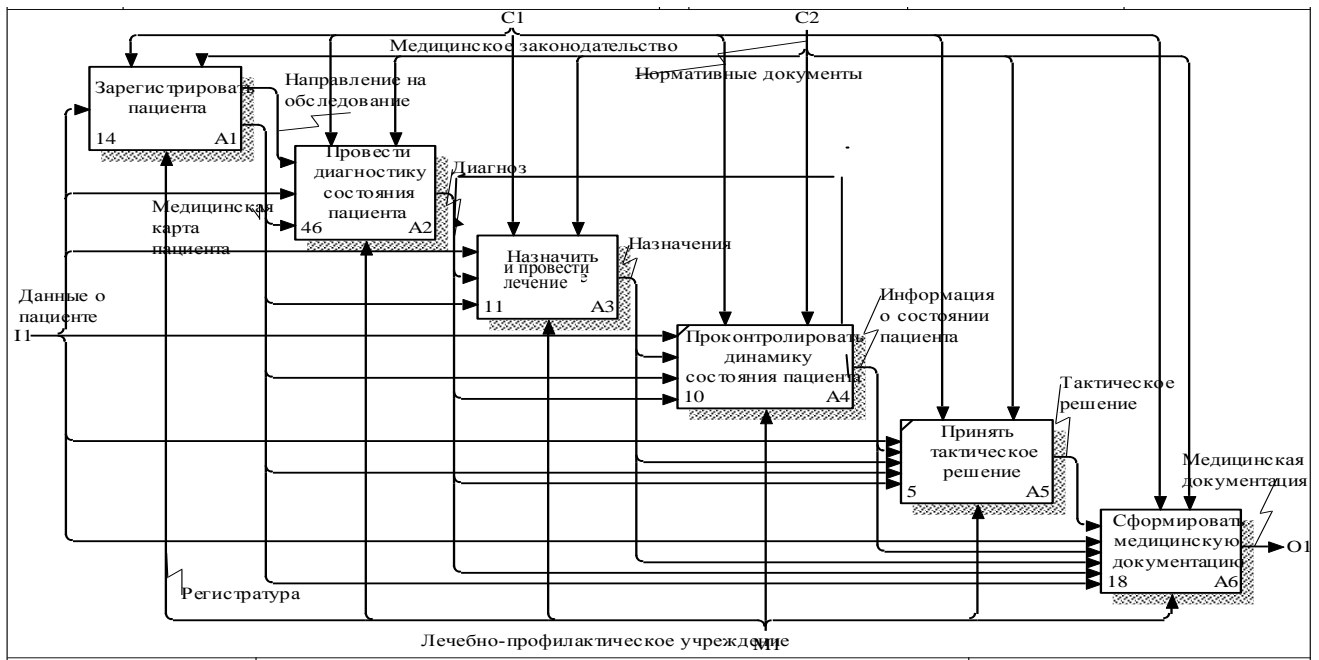


Рис. 3 - Функциональная модель процесса оказания медицинской помощи

На основании приведенного системного графа и функциональной модели построена информационная модель процесса оказания медицинской помощи, представленная на рис. 4.

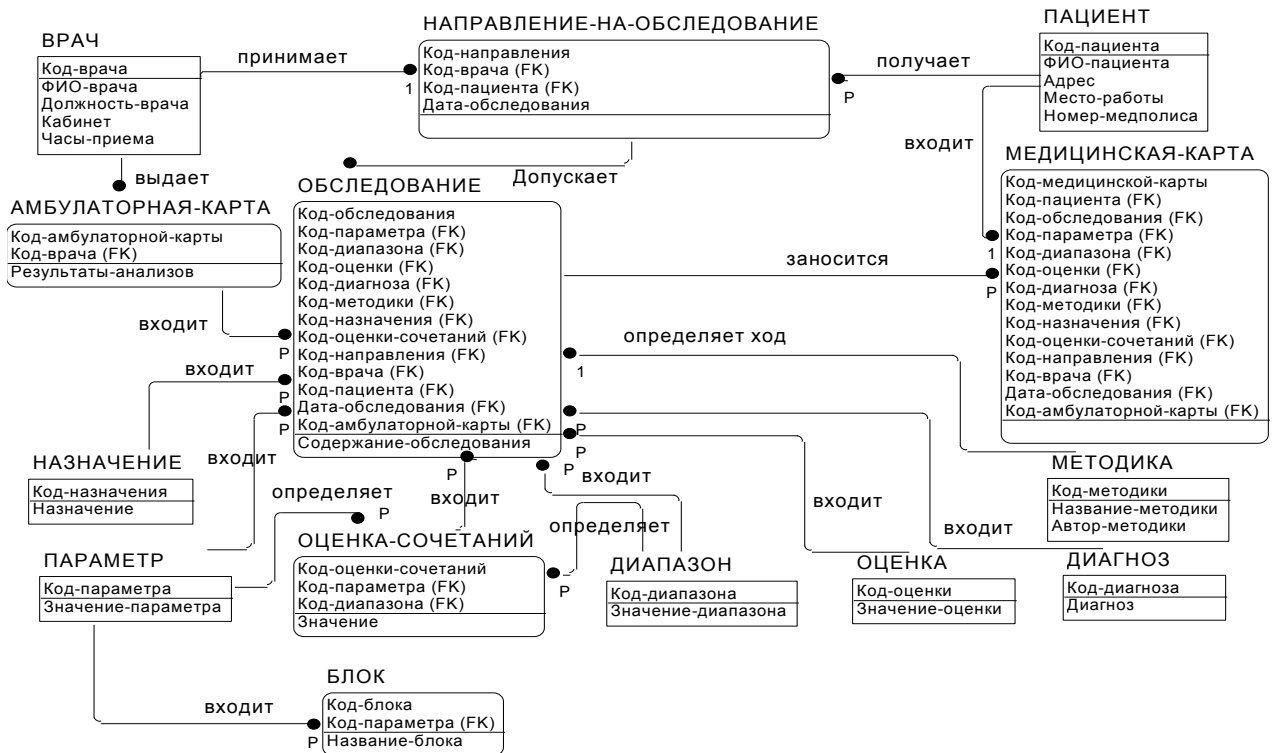


Рис.4. Информационная модель лечебно-диагностического процесса

Данная модель позволила выявить внутренние и внешние информационные потоки различных этапов процесса оказания медицинской помощи, определить структуру базы данных разрабатываемой информационной системы поддержки принятия решений.

В основу построения математической модели процесса принятия лечебно-диагностических решений предложено положить концепцию формализации профессиональных знаний, основанную на едином представлении различных профессиональных методик диагностики и назначений совокупностью множеств характеристик процесса оказания медицинской помощи. Профессиональные знания представляются как наборы равнозначных объектов с определяемыми отношениями между ними, концепция предполагает независимость формы представления знаний от их содержания и основана на предлагаемых совокупных оценках значений параметров состояния пациентов. Моделирование процесса оказания медицинской помощи в этом случае сводится к последовательному представлению в модели операций и действий, выполняемых в ходе этого процесса.

Организм человека представляется как система, состояние которой описывается определенным набором значений параметров  $p_i$ . Определенные диапазоны значений каждого параметра  $d_{ij}$  имеют свои оценки  $o_{ij}$ . Сочетания параметров с определенными диапазонами значений имеют свои обобщенные оценки, являющиеся характеристиками состояний организма или его подсистем. Конкретные медицинские методики по-разному определяют

диапазоны значений параметров, их оценки, сочетания параметров для характеристики подсистем организма и оценки этих сочетаний.

Ключевой момент в разработке концепции формализации – принцип единого представления всех медицинских методик совокупностью множеств:

$$X = \{ \{P\}, \{D\}, \{O\}, \{ \hat{P} \}, \{ \hat{O} \}, \{S\}, \{R\} \},$$

где  $\{P\}$  – множество параметров, полученных в результате обследования;  $\{D\}$  – множество диапазонов этих параметров;  $\{O\}$  – множество оценок диапазонов параметров;  $\{ \hat{P} \}$  – множество возможных сочетаний диапазонов;  $\{ \hat{O} \}$  – множество оценок этих сочетаний;  $\{S\}$  – диагнозы;  $\{R\}$  – назначения.

Необходимо заметить, что данный принцип моделирует логику работы врача, и ему не придется подстраиваться под специфику автоматизированной системы поддержки принятия решений в процессе диагностики, как это обычно происходит при использовании подобных известных систем. На основе предложенной концепции построена математическая модель процесса принятия лечебно-диагностических решений, используемая в процессе проектирования информационной системы поддержки принятия лечебно-диагностических решений, которая может быть представлена следующей совокупностью множеств и операций между ними:

~~$P_1 \times P_2 \times \dots \times P_N$~~   $\cdot P \cdot R$ , где  $P$  – множество параметров,  $p_i$  – параметр,  $i = \overline{1, N}$ ;

$$D_1 = (d_{11}, d_{12}, \dots, d_{1n_1});$$

$$D_2 = (d_{21}, d_{22}, \dots, d_{2n_2});$$

$$\ddots = (d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{ini});$$

$$\ddots = (d_{N1}, d_{N2}, \dots, d_{Nn_N});$$

где  $D_i$  – множество диапазонов  $i$ -го параметра,  $d_{ij}$  –  $j$ -ый диапазон  $i$ -го параметра,  $n_i$  – число диапазонов  $i$ -го параметра;

~~$D_1 \times D_2 \times \dots \times D_N$~~  – декартово произведение множеств диапазонов параметров;

$$O_1 = (o_{11}, o_{12}, \dots, o_{1n_1});$$

$$O_2 = (o_{21}, o_{22}, \dots, o_{2n_2});$$

$$\ddots = (o_{i1}, o_{i2}, \dots, o_{ini});$$

$$\ddots = (o_{N1}, o_{N2}, \dots, o_{Nn_N});$$

где  $O_i$  – множество оценок диапазонов  $i$ -го параметра,  $o_{ij}$  – оценка  $j$ -го диапазона  $i$ -го параметра;

$O_1 \times O_2 \times \dots \times O_i \times \dots \times O_N$  – декартово произведение множеств оценок диапазонов;

$f_1: D_1 \leftrightarrow O_1$  – функции, устанавливающие взаимнооднозначное соответствие  $D_i$  и  $O_i$ ,  $i = \overline{1, N}$

$$f_2: D_2 \leftrightarrow O_2;$$

$$f_i: D_i \leftrightarrow O_i;$$

$$f_N: D_N \leftrightarrow O_N;$$

~~$S = s_1 \dots s_m$~~  – множество диагнозов  $s_i$ , где  $i = \overline{1, m}$ ;

~~$\hat{P} = \hat{P}_1 \cdot \hat{P}_2 \cdot \hat{P}_z$~~  – набор возможных подмножеств декартова произведения множеств диапазонов параметров, где  $z$  – число этапов обследования;

~~$\hat{R} = \{ d_{1g}, d_{2r}, d_{3w}, \dots, d_{zv} \}^*$~~  – подмножества декартова произведения множеств диапазонов

параметров, где  $j, k, l, h, v, c, q, g, r, w$  – номера диапазонов, попавших в наборы, \* – диапазон параметра, не берущегося при данном обследовании, то есть не имеющий значения;

$$\hat{P}_z = \{ d_{1g}, d_{2r}, d_{3w}, \dots, d_{zv} \}^*$$

$$\hat{p}_1 = (d_{1j}, d_{2k}, *, \dots, * d_{Nl}) \Rightarrow \left. \begin{matrix} (d_{1j}, d_{2k}, d_{31}, \dots, d_{Nl}) \\ (d_{1j}, d_{2k}, d_{32}, \dots, d_{Nl}) \\ \dots \\ (d_{1j}, d_{2k}, d_{3n3}, \dots, d_{Nl}) \end{matrix} \right\}$$

...

$\hat{O} = \hat{O}_1 \cdot \hat{O}_2 \cdot \hat{O}_z$  - набор возможных подмножеств декартова произведения множеств оценок диапазонов (набор оценок сочетаний значений параметров);

$\hat{O}_1 = \{o_{1j}, o_{2k}, *, \dots, *, o_{Nl}\}$  - подмножества декартова произведения множеств оценок диапазонов где  $j, k, l, h, v, c, q, g, r, w$  – номера оценок диапазонов, попавших в наборы, \* – оценка диапазона параметра, не берущегося при данном обследовании;

$\hat{O}_2 = \{o_{1h}, o_{2v}, *, \dots, o_{ic}, o_{Nq}\}$  диапазонов, попавших в наборы, \* – оценка диапазона параметра, не берущегося при данном обследовании;

...

$\hat{O}_z = \{o_{1g}, o_{2r}, o_{3w}, \dots, *\}$ ;

$$\hat{O}_1 = \{o_{1j}, o_{2k}, *, \dots, * o_{Nl}\} \Rightarrow \left. \begin{matrix} \{o_{1j}, o_{2k}, o_{31}, \dots, o_{Nl}\} \\ \{o_{1j}, o_{2k}, o_{32}, \dots, o_{Nl}\} \\ \dots \\ \{o_{1j}, o_{2k}, o_{3n3}, \dots, o_{Nl}\} \end{matrix} \right\};$$

$F: \hat{O} \rightarrow S$  – функция перевода совокупных оценок в диагноз.

Графическое представление математической модели процесса принятия лечебно-диагностических решений приведено на рис. 5. Разработка концепции формализации профессиональных знаний и математической модели процесса принятия лечебно-диагностических решений позволяет автоматизировать механические действия по занесению стандартных наборов параметров, помогает переориентировать деятельность врача с перебора большого числа вариантов дальнейшего хода обследования, вероятных диагнозов, на творческую – наиболее важную часть работы. При этом повышается качество оказания медицинской помощи, уменьшается время обслуживания одного пациента.

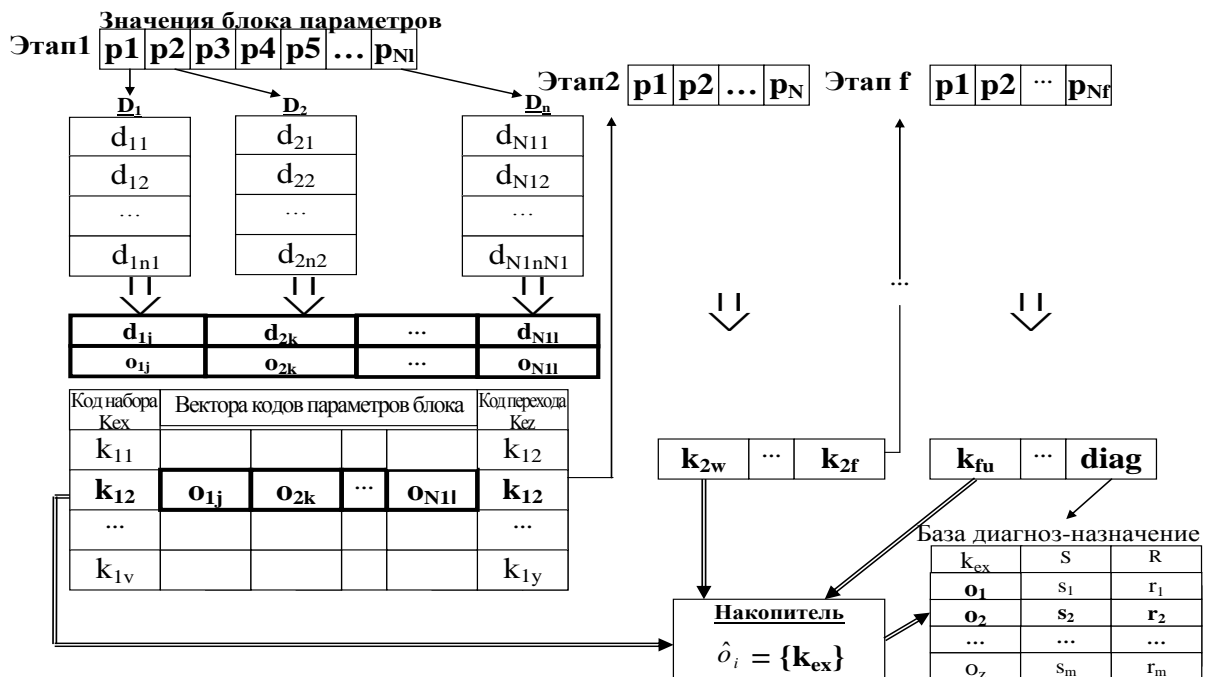


Рис. 5. Графическое представление математической модели

В третьей главе «Разработка информационной системы поддержки принятия лечебно-диагностических решений» на основе системы предложенных моделей процесса оказания медицинской помощи построен алгоритм управления процессом оказания медицинской помощи, в частности, постановкой диагноза и определением назначения лечебно-профилактических мер на основании значений и совокупностей значений параметров, определяемых в ходе обследования пациента; разработана блок-схема основных фрагментов алгоритма, приведенная на рис.6. Условием применения данного алгоритма является достаточно полная формализация профессиональной методики до уровня параметризации обследования, чему соответствует большинство традиционных медицинских методик.

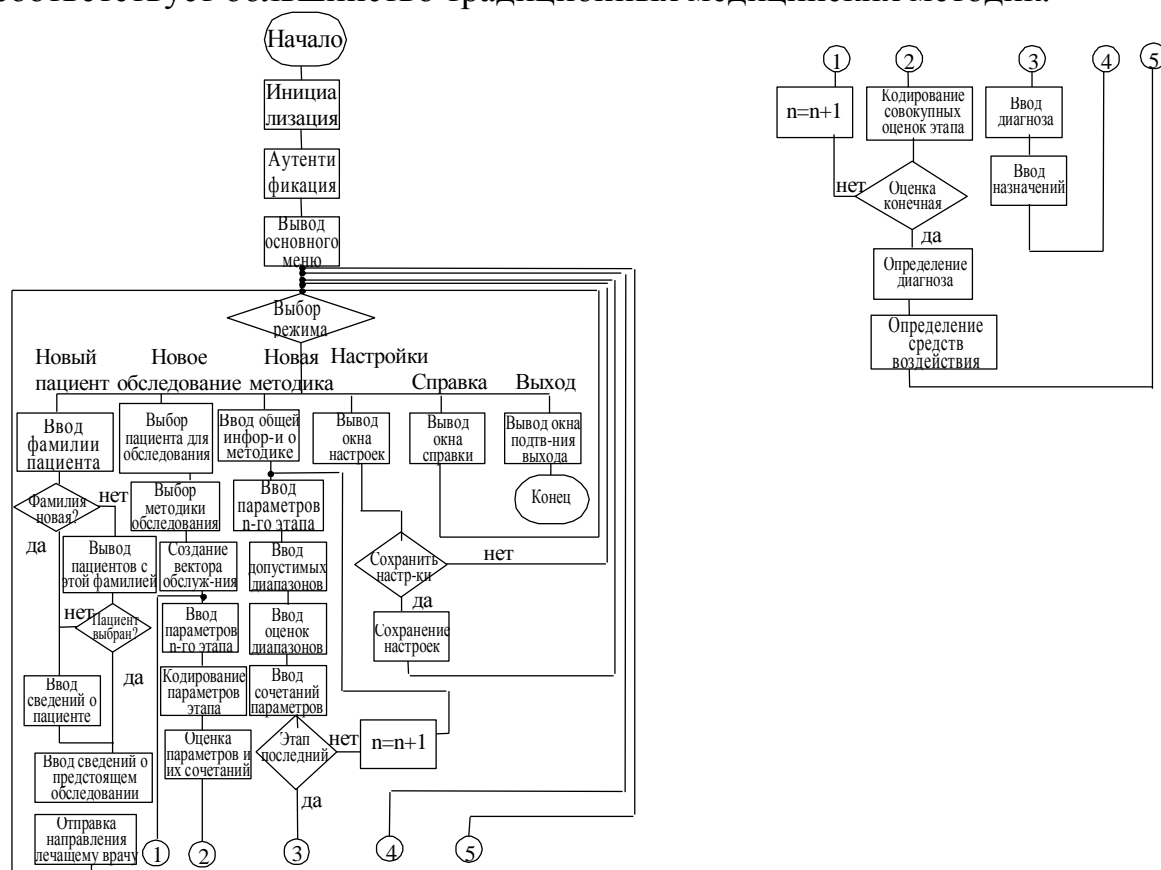


Рис.6. Блок-схема алгоритма поддержки принятия лечебно-диагностических решений

В рамках третьей главы проанализированы принципиальные требования, предъявляемые к проектируемой системе и разработана структура информационной системы, приведенная на рис.7. Если в ходе работы, клинических испытаний возникает необходимость в коррекции или дополнении данных и знаний методики, то это возможно сделать с помощью специального режима, обеспечивающего работу с базой знаний методик. На рис.8 показана последовательность наполнения базы данных методик информационной системы содержанием, необходимым для работы системы. В связи с тем, что профилактическое направление является приоритетным направлением современного здравоохранения, а в профилактике на первом месте стоит оздоровительная и лечебная физкультура, в качестве одного из направлений проводимых прикладных исследований возможностей разработанной

информационной системы предложено использование оздоровительных методик.



Рис. 7. Структура информационной системы поддержки принятия лечебно-диагностических решений

Эти методики основаны на комплексах физических упражнений и рекомендациях по ведению здорового образа жизни. Принципиальная схема работы подсистемы назначений приведена на рис. 9.

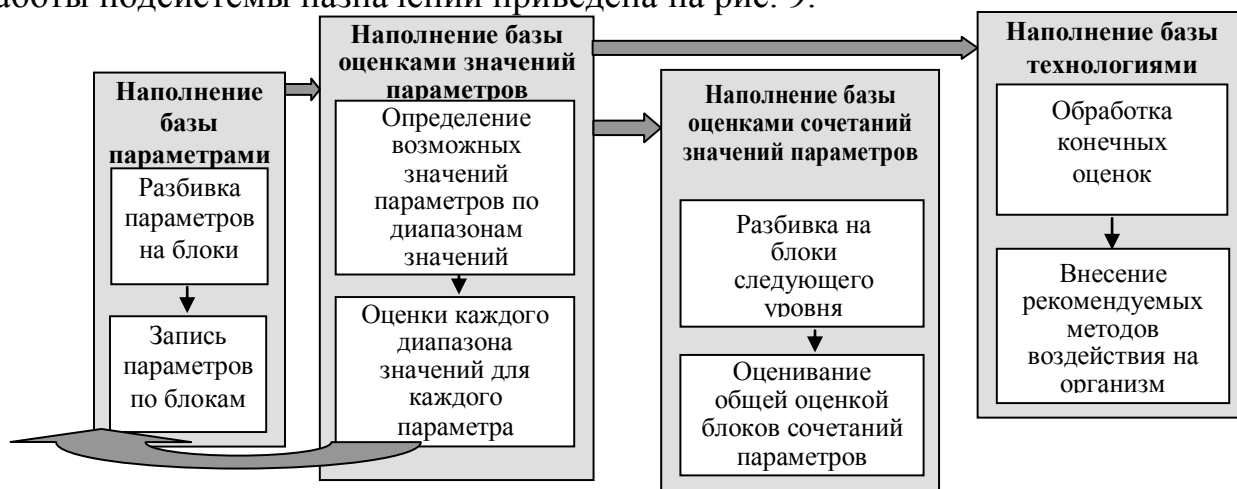


Рис. 8. Наполнение базы данных методик системы содержанием

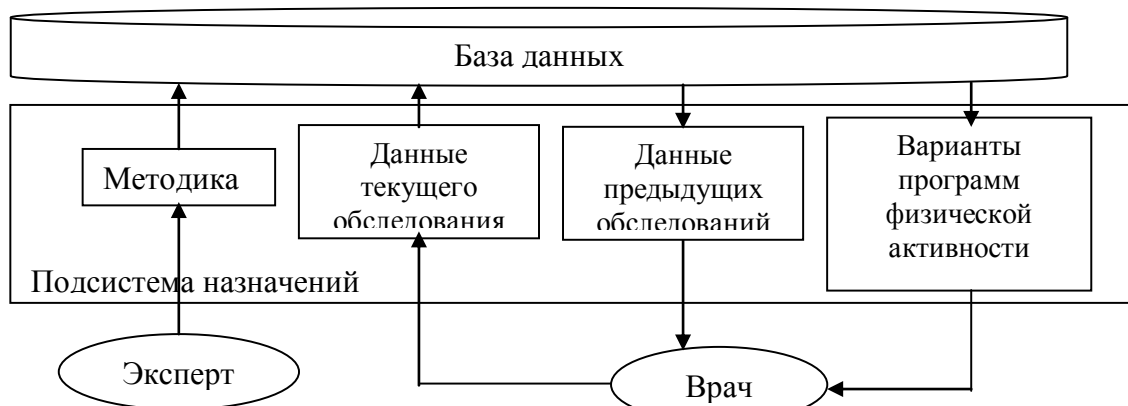


Рис.9. Принципиальная схема работы подсистемы назначений

**В четвертой главе** «Реализация информационной системы поддержки принятия лечебно-диагностических решений в профилактическом направлении здравоохранения» приводятся результаты экспериментов, проводимых с системой, а также результаты анализа ее эффективности. В здравоохранении различают три вида эффективности: медицинская, экономическая, социальная. Медицинская эффективность определяется как изменение состояния здоровья пациента, обусловленное оказанием медицинской помощи, то есть достижение поставленных задач в области профилактики, диагностики и лечения. Экономическая эффективность определяется соотношением результатов, достигнутых по окончании процесса оказания медицинской помощи к затратам ресурсов на ее оказание. Под социальной эффективностью понимают степень удовлетворенности общества в целом, отдельных пациентов качеством оказанной медицинской помощи. Произведен анализ эффективности системы с позиций этих трех составляющих.

Медицинскую эффективность разработанной системы определяют следующие аспекты:

- с использованием системы уменьшается количество ошибочных диагнозов и назначений, что обеспечивает повышение эффективности процесса оказания медицинской помощи;
- система позволяет уменьшить время нахождения больного в состоянии диагностической ситуации;
- применение системы в профилактическом направлении здравоохранения определяет ее эффективность как инструмента профилактики: благодаря оказанию медицинской профилактической помощи здоровым людям состояние общественного здоровья улучшается.

Приведенный в главе 2 системный граф предлагается использовать как оценочную модель для расчета медицинской эффективности предлагаемой системы. Распределение финальных вероятностей поглощающих состояний определяет вероятность достижения цели (где финальная вероятность достижения цели  $p_{10}$ , а поглощающее состояние – событие 10 – улучшение состояния пациента, рис.2), то есть общую эффективность системы. Определяя по формуле Мезона финальную вероятность поглощающего состояния, получаем, что внедрение информационной системы позволит увеличить вероятность улучшения состояния пациента на 10%, повысить медицинскую эффективность процесса оказания медицинской помощи в 1,13 раза. Используя ресурсные оценки времени для каждого из переходов системного графа, получим, что время достижения конечной цели функционирования в результате использования системы уменьшается в 1,7 раза. В подтверждение медицинской эффективности информационной системы проведены исследования влияния полученных с помощью системы рекомендаций на показатели здоровья обследуемых. Выявлено, что динамика отслеживаемых показателей положительная, курс тренирующей терапии, назначенный системой, эффективен. В целях определения экономической эффективности внедрения информационной системы произведен сравнительный анализ временных характеристик процесса оказания медицинской помощи с использованием

разработанной системы и других информационных систем поддержки принятия решений. Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 1. Время, сэкономленное при работе специалиста с использованием данной системы, может составлять до 40% от обычного времени работы без использования электронных средств сопровождения его работы.

Таблица 1

Результаты сравнительного анализа временных затрат в ходе процесса оказания медицинской помощи

Действие	Без электронных средств, мин	С помощью информационных систем, используемых в отечественном здравоохранении	С использованием разработанной информационной системы
Поиск пациента и внесение изменений в историю болезни	20 – 25	8 – 10 мин	4 – 5 мин
Внесение данных пациента при первичном обследовании	15	6 – 7 мин	2,5 мин
Проведение диагностики	15	5 – 6 мин	2 мин
Создание выходной формы	5 – 10	<1 мин	<1 мин
Создание простого отчета	30 – 40	1-2 мин	1 мин
Определение и выдача назначений	8 – 12	1 мин	1 мин
Изменение содержания методики	–	10 – 20 мин	3 – 4 мин

Проведен анализ эффективности системы по экономической составляющей и доказано, что в результате использования системы уменьшаются затраты времени на диагностику одного больного; уменьшается количество ошибок, допущенных врачом при диагностике и назначениях, а соответственно денежные затраты на лечение неправильно поставленных диагнозов и исправление этих ошибочных действий; увеличивается количество релевантной информации, обеспечивающей процесс оказания медицинской помощи; уменьшаются затраты времени на создание отчетности различных форм; уменьшаются затраты времени на получение справочной информации; уменьшается необходимая площадь и инвентарь для хранения информации в бумажном виде. В конечном итоге вышеперечисленные факторы определяют экономическую эффективность внедрения информационной системы.

Произведен расчет экономической эффективности внедрения информационной системы и доказано, что затраты на приобретение и использование информационной системы являются экономически целесообразными для ЛПУ (срок окупаемости 0,6 года, чистый дисконтированный доход - более 170 тыс. руб.).

Внедрение информационной системы поддержки принятия лечебно-диагностических решений позволяет повысить экономическую эффективность процесса функционирования медицинского учреждения за счет повышения качества и увеличения скорости принятия решений специалистом.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Проведено исследование СЗ с позиций управления процессом оказания



медицинской помощи, в ходе которого разработаны структурная и функциональная модели СЗ, а также схема управления процессом оказания медицинской помощи, включающая три уровня управления: макроуровень (управление на верхнем уровне), мезоуровень (уровень ЛПУ), и микроуровень (контур принятия лечебно-диагностических решений и контур управления состоянием отдельного пациента).

2. На основе исследования СЗ разработана система моделей процесса оказания медицинской помощи, позволяющая выявить и объединить различные аспекты сущности этого процесса и включающая структурную модель процесса оказания медицинской помощи в виде системного графа, которая в комплексе с функциональной моделью позволила разработать информационную модель процесса оказания медицинской помощи.

3. Разработана концепция формализации профессиональных знаний, состоящая в едином представлении различных профессиональных методик диагностики и назначений совокупностью множеств характеристик процесса оказания медицинской помощи. Разработана математическая модель процесса принятия лечебно-диагностических решений, состоящая в представлении процесса принятия лечебно-диагностических решений совокупностью множеств параметров состояния пациента, их диапазонов, оценок значений параметров с позиций применяемой профессиональной методики и операций между ними, а также ее графическое представление, позволяющие построить алгоритм процесса принятия лечебно-диагностических решений.

4. Построена информационная система поддержки принятия лечебно-диагностических решений, которая представляет собой программную реализацию предложенного алгоритма, включающая базу данных и четыре подсистемы: регистрации, диагностики и назначений и создания отчетов. В качестве одного из направлений проводимых прикладных исследований возможностей информационной системы предложено использование оздоровительных методик, основанных на комплексах физических упражнений и рекомендациях по ведению здорового образа жизни. Произведена оценка эффективности разработанной информационной системы с позиций медицинской, экономической и социальной эффективности. Предложено использовать системный граф процесса оказания медицинской помощи в качестве оценочной модели для оценки медицинской эффективности разработанной информационной системы, которая позволила определить увеличение вероятности улучшения состояния пациента на 10%, повысить медицинскую эффективность процесса оказания медицинской помощи в 1,13 раза, при этом время достижения конечной цели функционирования уменьшается в 1,7 раза.

Произведен расчет экономической эффективности внедрения информационной системы и доказано, что затраты на приобретение и использование информационной системы являются экономически целесообразными для ЛПУ (коэффициент экономической эффективности равен 1,6). С учетом динамических показателей чистый дисконтированный доход составляет более 170тыс. руб. при сроке окупаемости 0,6 года.

**СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ*****В рецензируемых журналах из списка ВАК:***

1. Информационная система поддержки принятия лечебно-диагностических решений на основе формализации профессиональных знаний / Ю.В. Егорова // Вестник УГАТУ. 2007. Т.9 № 7(25). С. 74-79.
2. Автоматизированная система поддержки принятия решений врачом при диагностике заболеваний / Л.Я. Бухарбаева, Ю.В. Егорова // Экономика здравоохранения. 2005. № 2(91). С. 5–8.
3. Автоматизация управления физической нагрузкой в профилактике здоровья / Л.Я. Бухарбаева, Ю.В. Егорова // Медицинская техника. 2004. №6. С. 31–35.

***В других изданиях:***

4. Система моделирования экономических аспектов медицинских технологий / Л.Я. Бухарбаева, Ю.В. Егорова // Управление экономикой: методы, модели, технологии : Росс. науч.-метод. конф. с междунар. участием. Уфа : УГАТУ, 2002. С. 255–258.
5. Информационная модель логики работы врача / Л.Я. Бухарбаева, Ю.В. Егорова // АРМ врача 2002 : сб. по матер. междунар. научн.-практ. конф. Днепропетровск : ПНЦ, 2002. С. 45–47.
6. Информационная система медицинской диагностики на основе механизма самообучаемости / Ю.В. Егорова // Информационные технологии в XXI веке : сб. по матер. 1-го Регионального молодеж. форума. Днепропетровск : ПНЦ, 2003. С. 96–98.
7. Информационная система организационно-экономического управления лечебно-технологическим процессом / Ю.В. Егорова // Управление экономикой: методы, модели, технологии : Росс. науч.-метод. конф. с междунар. участием. Уфа : УГАТУ, 2003. С. 123–125.
8. Информационная технология медицинской диагностики на основе механизма самообучаемости / Ю.В. Егорова // Интеллектуальные системы управления и обработки информации : Всеросс. молодежная науч.-технич. конф. Уфа : УГАТУ, 2003. С. 189.
9. Информационная система диагностики на основе универсального представления медицинских методик / Ю.В. Егорова // Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы : Всеросс. науч.-технич. конф. студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань, 2003. С. 137–138.
10. Информационная система поддержки принятия решений в системе здравоохранения / Л.Я. Бухарбаева, Ю.В. Егорова, М.В. Танюкевич // Компьютерные науки и информационные технологии : матер. 8-го междунар. симпозиума. Карлсруэ, Германия, сентябрь 28–29, 2006. Т.2. С. 54–56.
11. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ №20076137774 Информационная система поддержки принятия лечебно-диагностических решений / Л.Я. Бухарбаева, Ю.В. Егорова Зарег. Роспатент, 2007.

ЕГОРОВА Юлия Вадимовна

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ  
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ  
НА ОСНОВЕ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ

Специальность 05.13.10 Управление в социальных и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Подписано к печати 02.04.2008. формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Печать плоская.

Усл. печ. л. 1, 0. Усл. кр. – отт. 1,0. Уч. – изд. л.0,9.

Тираж 100 экз. Заказ № 94

ГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет  
Центр оперативной полиграфии  
450000, Уфа-центр, ул. К.Маркса, 12