

Б. Г. Ильясов, П. Е. Попков, Ш. З. Загидуллин, Ф. Х. Мазитов

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В САНАТОРНО-КУРОРТНЫХ КОМПЛЕКСАХ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В современных динамично развивающихся санаторно-курортных комплексах очень актуальной является проблема оперативной обработки увеличивающегося потока первичных данных. Это проблема не только скорости ввода информации, но и корректности ее представления. Поскольку административные операции по управлению и контролю так или иначе уже автоматизированы, на первый план встает работа по корректному представлению лечебного процесса. Именно в нем приходится сталкиваться с большим числом коллизий при интерпретации разными специалистами тех или иных заболеваний и процедур, что приводит к снижению эффективности лечения и дискомфорту, связанному с различными толкованиями возникших ситуаций врачами и администраторами санатория. В связи с этим в статье с системных позиций проведен анализ и предложены новые модели оптимизации лечебного процесса санаторно-курортного комплекса на базе информационной системы поддержки принятия решений. Данные исследования проводились на базе широко известных курортов и представляют не только научный, но и практический интерес. *Информационная система; система поддержки принятия решений; автоматизированная система управления санаторно-курортным комплексом; медицинская диагностика; самодиагностика; лечебный процесс; системный анализ*

### ВВЕДЕНИЕ

Состояние здоровья населения – это важный человеческий ресурс, который в последнее время стал лимитирующим фактором социально-экономического развития как российских регионов, так и страны в целом, а потому постоянно требующий после активной трудовой деятельности полного восстановления. Одним из наиболее эффективных способов восстановления человеческого здоровья выступают рекреационно-оздоровительные мероприятия, оказываемые в учреждениях санаторно-курортной сферы. Известно, что показатели здоровья нации ухудшаются в последние годы, что объективно обусловило необходимость принятия и реализации с 2006 г. приоритетного национального проекта в сфере здравоохранения, основными задачами которого являются доступность, повышение качества и эффективности оказания медицинской помощи с акцентом на усиление профилактики заболеваний, где большая роль принадлежит санаторно-курортному лечению. Актуальность данной проблемы также определяется заявленным на уровне Правительства РФ с 2005 г. курсом реализации «качественно нового объема санаторно-курортных услуг, предусматривающих серьезные структурные меры по восстановлению всего комплекса санаторно-курортных учреждений отрасли» [15].

### 1. СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЛЕЧЕНИЯ В СКК

В современных динамично развивающихся санаторно-курортных комплексах (СКК) остро стоит задача автоматизированной обработки увеличивающегося потока информации. Это задача заключается не просто в оперативности обработки информации, но и в корректности ее представления. Поскольку административные операции в основном уже автоматизированы, проблема сводится к повышению точности и своевременности представления прохождения лечебного процесса. Именно в лечебном процессе приходится сталкиваться с большим числом неопределенностей и коллизий при интерпретации разными специалистами тех или иных заболеваний и процедур, что приводит к снижению эффективности лечения и дискомфорту, связанному с различными толкованиями врачами и администраторами санатория показателей состояния здоровья отдыхающего.

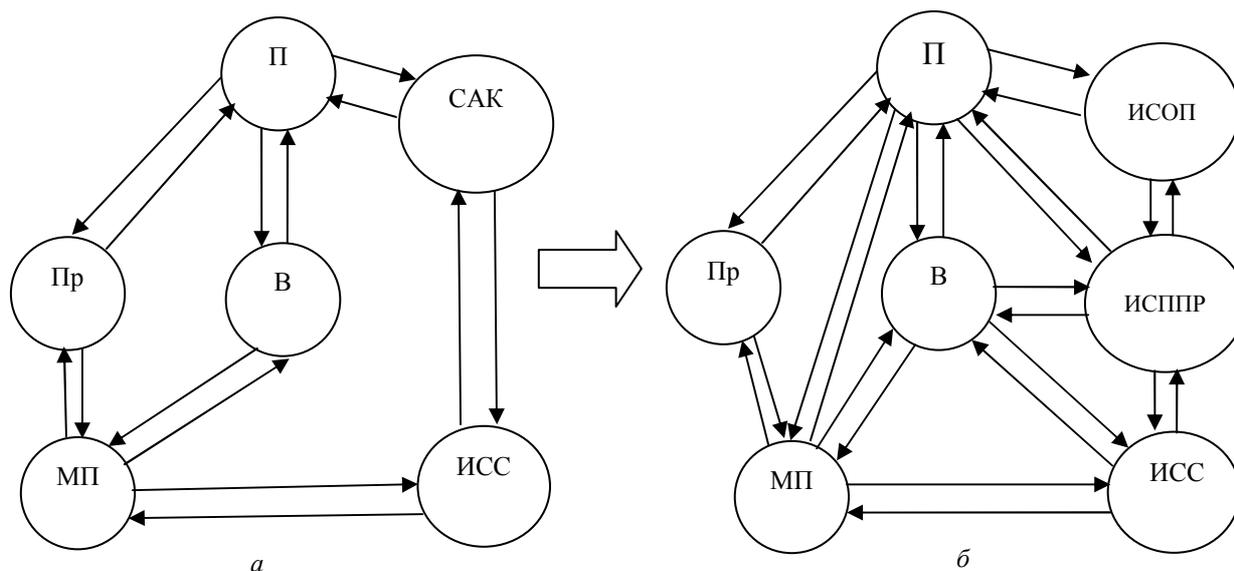
В настоящее время во многих СКК большое внимание уделяется большим с заболеваниями опорно-двигательного аппарата, периферической нервной системы, женской половой сферы, желудочно-кишечного тракта. Нередко эти больные страдают и поражением сердечно-сосудистой системы (гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, атеросклероз, цереброваскулярные заболевания). Несмотря на всестороннее изучение лечебных факторов курортов, влияние их на сердечно-сосудистую систему до конца не изучено, и целесообразно привлечение большего внимания со стороны

медицинского персонала СКК к этой проблеме. За последние годы сердечно-сосудистые заболевания значительно «помолодели» и приняли масштабы национального бедствия. Сегодня доля сердечно-сосудистых заболеваний в структуре смертности составляет 40–60% [15]. При этом наблюдается продолжающийся рост заболеваемости и поражения людей все более молодого возраста, что делает сердечно-сосудистые заболевания важнейшей медико-социальной проблемой здравоохранения. Поэтому существует актуальная потребность оказания информационной поддержки врачам-специалистам СКК для своевременной диагностики и восстановительного лечения сердечно-сосудистых заболеваний в условиях санатория, начиная с самого молодого возраста, и улучшения тем самым качества медицинского обслуживания на курорте. Проблема еще более усложняется тем, что среди отдыхающих всегда, независимо от возраста, есть люди, которые либо страдают комплексом заболеваний, либо переживают период реабилитации после операции, перенесенных стрессов, либо находятся в таком состоянии, которое сопровождается часто повторяющимися приступами. Эти больные требуют особого внимания и индивидуального подхода к своему лечению в условиях СКК, что не всегда может быть обеспечено со стороны медобслуживающего персонала. Проблема в том, что даже принятие обычных оздоровительных и лечебных процедур может временами вызвать неожиданные реакции со стороны организма. Анализ существующих информационных систем автоматизированного управления СКК (Интерин Promis, Medwork MasterLabs, Кондопога, Отель 3) показал, что они решают во многом схожие, как правило, административные задачи: бронирование путевок, размещение отдыхающих по номерам, выдача электронных ключей, составление расписания приема процедур и приема пищи, а также получение всей необходимой информации об отдыхающем при помощи большого числа отчетов [1, 2]. Недостатком всех рассмотренных систем является отсутствие должного внимания к медицинскому разделу работы СКК, который непосредственно отвечает за оздоровление отдыхающих. Более того, существующие курортные автоматизированные информационные системы не позволяют осуществлять постоянный мониторинг состояния здоровья вышеописанного типа пациентов и не

реализуют полностью индивидуальный подход к их лечению [16]. Таким образом, актуальна проблема применения современных информационных технологий в лечебном процессе СКК для повышения эффективности процесса восстановления здоровья.

## 2. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПАЦИЕНТА С МЕДПЕРСОНАЛОМ В СКК

В ходе проведенных исследований рассмотрены курорты, на которых сердечно-сосудистые заболевания являются непрофильной группой заболеваний. Было выявлено, что сопутствующим заболеваниям фактически не уделяется должного внимания, а на практике это выглядит так: врач-специалист, назначив лечение, проверяет и контролирует его результаты через несколько дней (как правило, это 3 дня) в процессе беседы с пациентом. Таким образом, он может пропустить ту важную информацию, которая остается незафиксированной после принятия процедуры, и опирается только на прошлые субъективные ощущения пациента [8]. Вследствие недостаточно оперативного контроля врач может пропустить первые симптомы сердечно-сосудистых заболеваний, которые при увеличении нагрузки могут привести к нежелательным последствиям. Как в настоящее время выглядит структура взаимодействия пациента с медперсоналом в СКК, можно увидеть на рис. 1, а. После прибытия в санаторий пациент (П) обращается к системному администратору санатория (САК), который оформляет его и выдает санаторно-курортную книжку, являющуюся основным документом в СКК. С данным документом пациент следует к врачу (В), который проводит первичный осмотр и делает необходимые назначения в санаторно-курортной книжке и назначает дни, когда пациент должен проходить промежуточный контроль. Промежуточный контроль проводится через 3–4 дня, и врач может упустить из виду те важные изменения в организме пациента, которые возникают непосредственно после принятия процедур, так как всю необходимую информацию врач получает в данный момент в процессе беседы и контроля параметров, которые могут быть уже в норме.



**Рис. 1.** Существующая и предлагаемая структуры системы взаимодействия пациента при лечении в СКК: *a* – существующая структура, *б* – предлагаемая структура

После сделанных назначений пациент обращается к системному администратору корпуса (САК), который отвечает за составление временного графика приема назначенных врачом процедур, чтобы исключить прибытие пациентов на процедуры в одно и то же время. При необходимости время принятия процедур можно откорректировать. Правильно назначить время принятия процедур системному администратору корпуса помогает информационная справочная система (ИСС) санатория, в которой хранится вся необходимая текущая информация о пациентах [3, 4]. На этом этапе возникает еще одна ситуация, которая может привести к нежелательным последствиям.

Системный администратор корпуса назначает последовательность процедур, опираясь лишь на свой жизненный опыт в связи с отсутствием у него медицинского образования, а на практике для каждого пациента и заболевания последовательность принятия процедур строго индивидуальна. После того как все процедуры назначены, пациенту выдается лист с временем принятия каждой процедуры. За принятием процедур следит медицинский персонал (МП), который получает всю необходимую информацию о количестве и времени прибытия пациентов из информационной системы.

Изучив существующую структуру системы взаимодействия в СКК, можно прийти к выводу, что она не идеальна и требует существенных доработок. Решить имеющиеся проблемы предлагается путем внедрения информационной

системы поддержки лечебного процесса, советы которой помогут как врачам с большим стажем и опытом, так и начинающим специалистам, а также позволят избежать большого числа критических ситуаций.

### 3. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВРАЧА ПО ПРИНЯТИЮ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СКК

Главной целью разработанной системы поддержки принятия решений является информационная поддержка деятельности врача и процесса повышения качества обслуживания и ускорение прохождения этапа назначения лечения на начальной стадии пребывания в санатории. Система функционирует на основе использования базы знаний заболеваний и методик их лечения, а также методики реабилитации, составленной на основе онтологии предметной области (рис. 3). Автоматизация лечебного процесса реализована на принципе управления процессом оздоровления клиента на основе самоконтроля состояния после принятия различного рода процедур, а также на основе специально разработанного комплекса моделей [5, 6]. Автоматизация лечебного процесса будет способствовать повышению качества медицинских услуг в результате разносторонней оценки эффективности оздоровительного процесса, а также предоставления возможности постоянно контролировать процесс лечения более опытными специалистами. Для осуществления поставленных задач был

разработан комплекс функциональных моделей, которые позволяют установить однозначное понимание проблемной области и на начальном этапе избежать большого числа коллизий, связанных с отсутствием профессиональной медицинской подготовки у разработчиков системы.

На рис. 1, б представлены элементы предлагаемой функциональной схемы взаимодействия пациента при получении лечения в СКК, которая существенным образом отличается от существующей (рис. 1, а). Эту схему можно проанализировать в форме триад следующим образом [7]:

- «П-В-ИСС» – здесь врач (В) получает информацию не только от пациента (П), но и от информационной справочной системы (ИСС) в электронной форме об истории болезни пациента, которая загружается в нее из электронной выписки с места лечения, что дает врачу более полное представление о состоянии здоровья пациента.

- «П-ПР-МП» – здесь медицинский персонал (МП) следит за правильностью принятия процедур пациентом (ПР) и может оперативно помочь при возникновении проблемной ситуации во время или после принятия процедур.

- «П-В-ИСППР» – здесь информационная система поддержки принятия решений помогает врачу советами по применению эффективных методик и технологий лечения с учетом индивидуальных особенностей здоровья пациента (П). В ИСППР информация хранится в базе знаний, а в принятии решений врачу (В) помогает советующая система.

- «МП-ИСС-ИСППР» – медицинский персонал может узнать информацию о пациенте и при необходимости технологию оказания первой помощи с учетом индивидуальных особенностей пациента.

- «П-ИСОП-ИСППР» – в проблемных ситуациях с помощью информационной системы оперативной помощи (ИСОП) пациент может получить первую помощь в виде информации об оперативных действиях при отсутствии врача и медицинского персонала, а они, в свою очередь, будут оперативно информированы о сложившейся ситуации и вовремя примут необходимые меры. Такие проблемные ситуации могут возникнуть через некоторое время в результате перегрузки организма, принятия процедур или полученного стресса. ИСОП основана на современных технологиях беспроводной и сотовой связи, при этом основным прибором для получения оперативной информации является мобильный телефон.

Администраторы исключены из процесса лечения, их роль заключается только в регистрации и составлении расписания.

#### 4. ТЕХНОЛОГИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПАЦИЕНТА С ИСППР В ЭКСТРЕННЫХ СИТУАЦИЯХ

Помимо стандартных ситуаций, которые протекают по определенному сценарию в течение каждого дня пребывания в СКК, существует и ряд ситуаций, которые предвидеть невозможно. Например, такая ситуация, как резкое ухудшение самочувствия во время принятия процедур в виде физических нагрузок в вечернее время, когда медицинского персонала нет рядом. На этот случай предложено использовать весь потенциал современных беспроводных каналов связи по технологиям WiFi и Bluetooth. На мобильный телефон данные о здоровье пациента передаются по беспроводному каналу связи с прибора, который закреплен на запястье у пациента и может измерять и передавать такие параметры, как пульс, артериальное давление, частота дыхания, аритмия с частотой, заданной медицинским персоналом при поступлении. Как только параметры будут соответствовать критической области, они будут переданы на сервер. На сервере эти параметры будут автоматически обработаны и путем обратного СМС сообщения будет выслан ответ, вместе с ним будет послано сообщение о сложившейся ситуации дежурному персоналу [8, 9]. Данный ответ будет содержать необходимую информацию по стабилизации состояния здоровья пациента, основанную на онтологическом анализе данных и содержащейся в базе знаний информации о заболеваниях и ситуациях. Последовательность работы системы в экстренной ситуации можно описать следующим образом:

- в возникший критический момент времени определяется отклонение параметров пациента от нормы;

- эти отклонения классифицируются и оценивается класс возникшей ситуации (прецедент);

- из базы знаний для этого прецедента извлекается набор экстренных мероприятий (рис.3); принимается решение;

- эти мероприятия реализуются, в виде рекомендаций, в оперативном порядке;

- через некоторое время проводится анализ результатов воздействия на пациента. Проводится оценка эффективности.

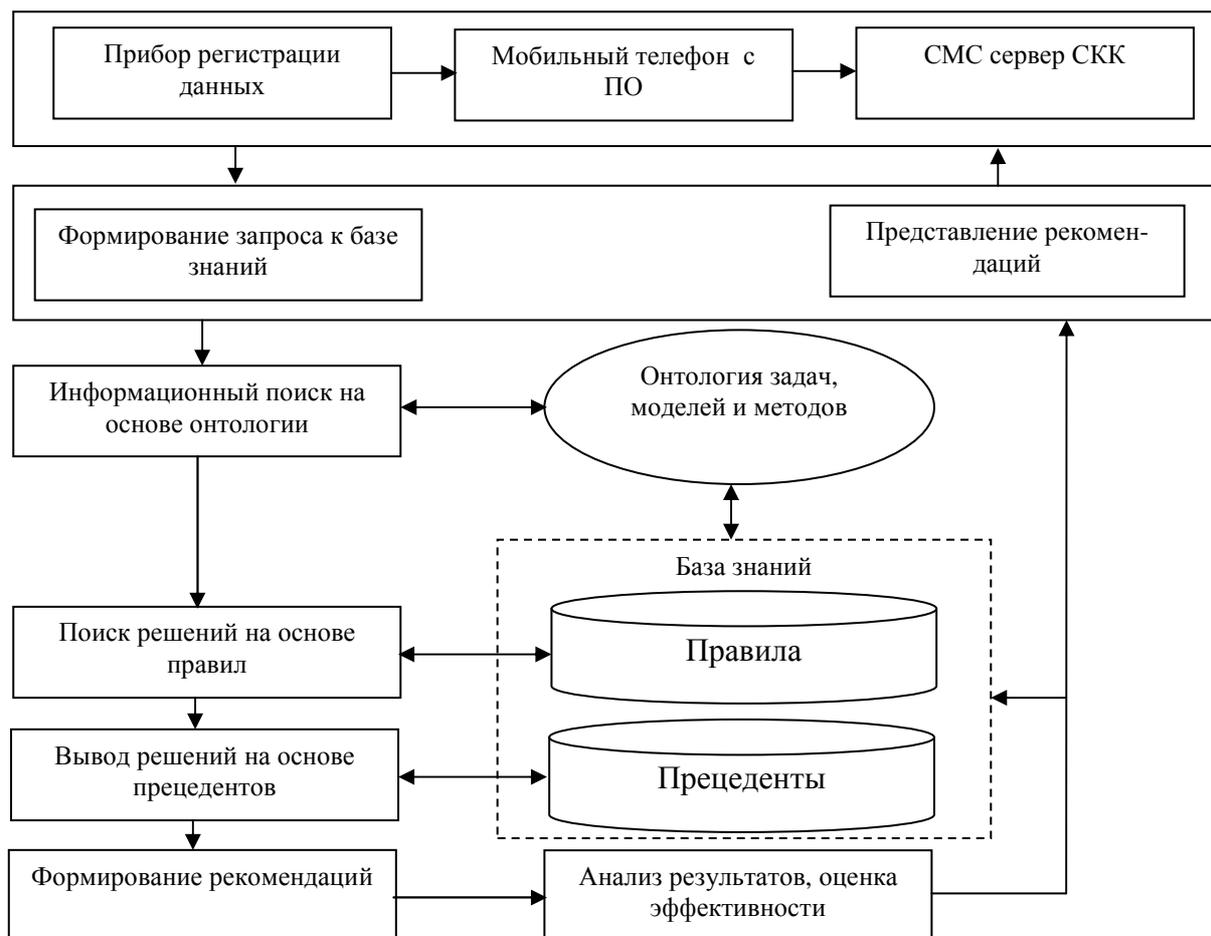


Рис. 2. Схема оказания помощи пациенту на основе онтологической базы знаний

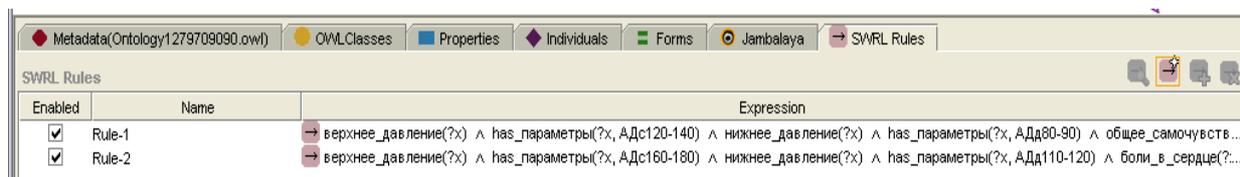


Рис. 3. База правил для принятия решений, созданная в онтологическом редакторе Protege

Схема работы системы в момент оказания помощи пациенту показана на рис. 2. Также, используя мобильный телефон, можно будет вызвать дежурного врача или медицинский персонал, отправив определенное СМС сообщение. Таким образом, наличие у пациента прибора контроля состояния здоровья (ПКСЗ) позволяет оперативно оказывать ему помощь в критических ситуациях.

### 5. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПО ЛЕЧЕНИЮ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ

С использованием онтологического анализа была построена база знаний системы, были выделены основные классы предметной области

(рис. 4). Разработанная онтология задает единое информационное пространство, в котором интегрированы различные модели представления знаний в области управления состоянием здоровья пациента, представленные в форме онтологии. Онтология описывает основные концепции (положения) предметной области и определяет отношения между ними. Процесс построения онтологий состоит из создания следующих блоков:

- классов и их свойств (classes, properties),
- свойств каждой концепции, описывающих различные функциональные возможности и атрибуты концепции (слоты (slots), иногда называемые роли).

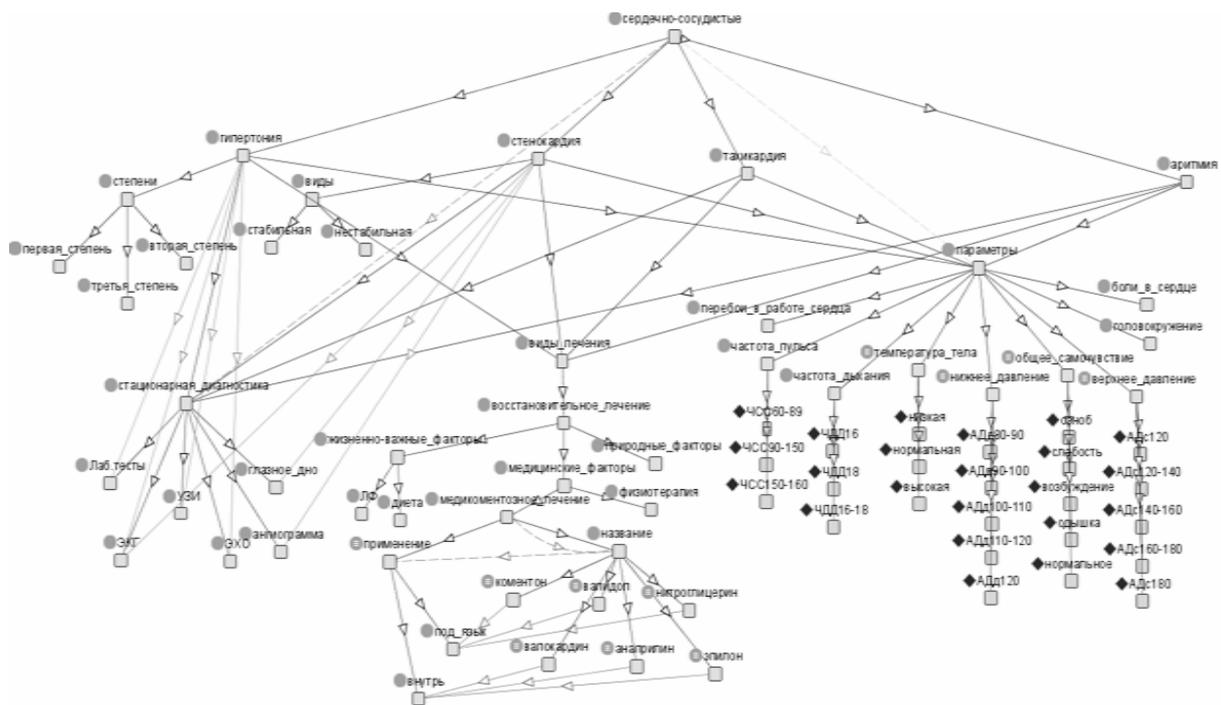


Рис. 4. Структура онтологии с отображением классов, экземпляров и отношений между классами

Основным классом в разрабатываемой онтологии является класс «Заболевания», который делится на 4 подкласса – «желудочно-кишечные», «опорно-двигательные», «сердечно-сосудистые» и «легочные».

Основным подклассом является – «Сердечно-сосудистые заболевания», который по иерархии подразделяется на «Аритмию», «Стенокардию», «Гипертонию», «Тахикардию». Данные подклассы имеют в своей структуре общие зависящие подклассы – это «Параметры», «Виды лечения», «Стационарная диагностика», «Факторы риска». Подкласс «Параметры» содержит в своей структуре физиологические характеристики пациента, такие как температура тела, перебои в сердце, частота пульса, частота дыхания, боли в сердце, нижнее и верхнее артериальное давление, головокружение и общее самочувствие. Возможные значения подкласса «Параметры» образуют множество экземпляров классов. Подкласс «Виды лечения» содержит подкласс «Восстановительное лечение», содержащий в себе основные факторы, влияющие на оздоровление пациента – «жизненно-важные факторы», «медицинские факторы» и «природные факторы» (рис. 4). В базе знаний данные о лекарственных средствах, дозах описываются в экземплярах подкласса «Медикаментозное лечение» подкласса «Медицинские факторы». Для отображения связей между классами созданы объектные свойства «Медицинское лечение», «Параметры», «Применение», «Стацио-

нарная диагностика». Для подклассов «Головокружение», «Перебои в работе сердца», «Боли в сердце» созданы свойства типов логических данных: «Боли в сердце», «Головокружение», «Перебои в работе сердца». Экземпляры созданы для подклассов класса «Параметры»: «Нижнее давление», «Верхнее давление», «Частота дыхания», «Температура тела», «Частота пульса», «Общее самочувствие» (рис. 4) [10,11,12].

Поддержка принятия решений в системе осуществляется на основе прецедентов предметной области, полученных от экспертов и записанных в виде правил в онтологическом редакторе Protege. Примеры правил, созданных для принятия решений, представлены на рис. 3.

Для осуществления всех заявленных требований, было разработано дополнительное программное обеспечение к применяемым в санаторно-курортных комплексах программным продуктам (рис. 5) [13, 14]. Данный продукт, при внедрении результатов проводимых исследований, позволит исключить недопонимание между врачами и администраторами санатория, а так же существенно облегчит работу врачей и медицинского персонала СКК, использующих по назначению разработанную базу знаний медицинских заболеваний непрофильной направленности санатория. Данная ИСППР может использоваться как совместно с уже существующими в СКК программными комплексами, так и абсолютно автономно.

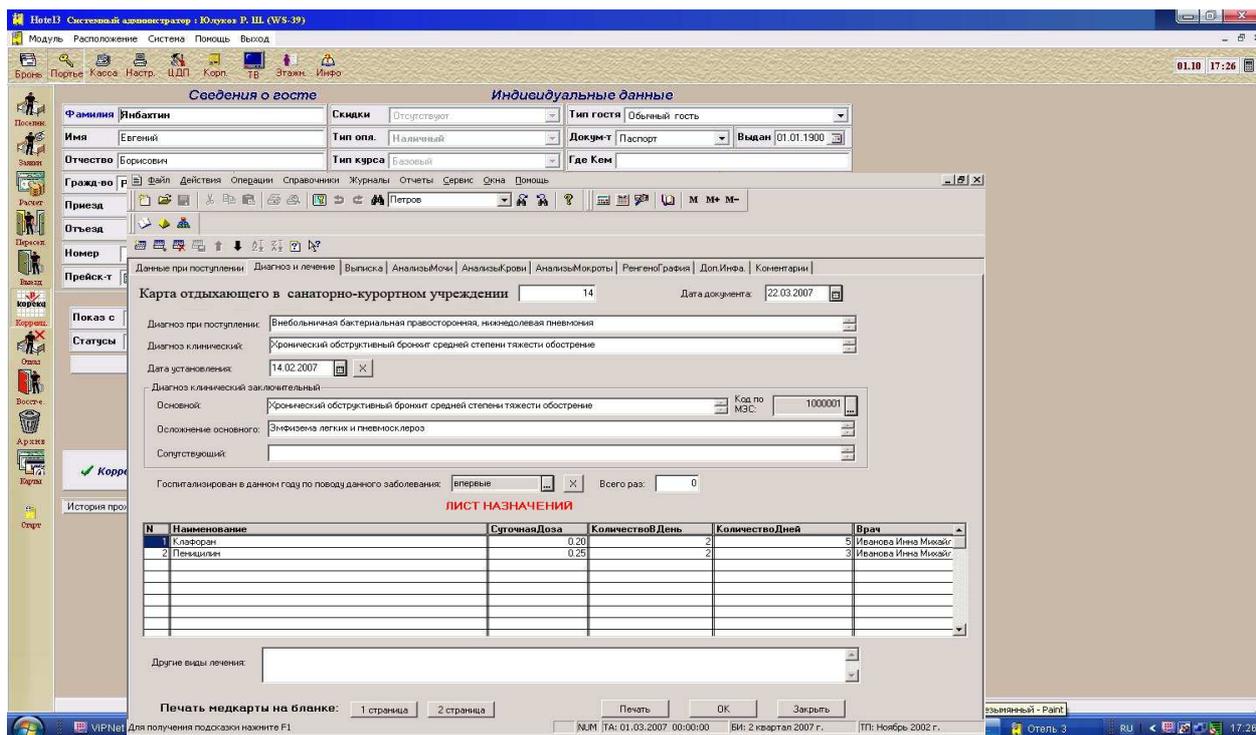


Рис. 5. Пример разработанного программного обеспечения

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Информационные технологии предоставляют широкие возможности для построения информационных систем управления сложными организационными системами, такими как СКК. Однако в настоящее время на рынке программного обеспечения не представлены ИС управления лечебным процессом СКК, обеспечивающие поддержку интеллектуальных функций врача. Информационная система СКК должна адекватно отражать структуру и функции реальной системы управления для того, чтобы было возможным формировать эффективные медицинские решения и повышать эффективность оздоровления населения нашей страны в целом. В статье предложены варианты поддержки принятия решений на основе правил и прецедентов, которые входят в структуру информационной системы оперативной помощи (ИСОП). ИСППР и ИСОП объединяются с существующими в СКК автоматизированными системами в интегрированную среду управления на основе онтологической базы знаний. С учетом этих требований разработана и частично реализована ИСППР по управлению лечебным процессом СКК, которая объединяет в себе обширную базу данных и базу знаний, а также модуль принятия решений, которые позволяют быстро, качественно и профессионально принимать различного рода медицинские решения и рекомендации.

Система будет способствовать повышению качества медицинских услуг, разносторонними способами оценивать эффективность оздоровительного процесса, давать возможность постоянно контролировать процесс лечения на уровне опытных специалистов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макдональд К. Дж., Барнетт Г. О. Автоматизированные системы ведения истории болезни. Addison-Wesley Publishing Company, 1991.
2. Видерхольд Г., Перролт Л. Е. Информационные системы больницы. Addison-Wesley Publishing Company, 1990.
3. Системный анализ и принятие решений. Словарь справочник / Под ред. В. Н. Волковой и В. Н. Козлова. М.: Высш. шк., 2004. 616 с.
4. Прангишвили И. В. Системный подход и общесистемные закономерности. М.: СИНТЕГ, 2000. 528 с.
5. Калянов Г. Н. Современные CASE-технологии. М.: Препринт, 1992. 53 с.
6. Буч Г., Рамбо Д., Джекобсон А. Язык UML. Руководство пользователя. М.: ДМК, 2000. 564 с.
7. Научные основы системного подхода в деятельности лечебно-профилактического учреждения / И. В. Виктров [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. 2008. Т. 3, № 5. С. 21–25.
8. Анализ качества услуг предоставляемых санаторно-курортным комплексом / Б. Г. Ильясов

[и др.] // Здравница 2009: матер. Междунар. конгресса. Т. 1, № 1. С. 75–76.

9. Информационная система управления санаторно-профилактическим учреждением как сложным объектом управления / Б. Г. Ильясов [и др.] // CSIT 2009: матер. междунар. конф. Т. 1, № 1. С. 101–105.

10. Sanatorium information system (SIS) / Sh. Z. Zagidullin [et al.] // Proceedings of the 7th International Workshop on Computer Science and Information Technologies CSIT. Ufa, Russia. 2005. P. 157–159.

11. Проблемы управления санаторно-курортным комплексом как сложной динамической системой / Ш. З. Загидуллин [и др.] // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: тр. VIII Междунар. конф. Самара, 2006. С. 152–157.

12. Опыт внедрения современных систем информационных технологий в санатории «Красноусольск» / Ф. Х. Мазитов [и др.] // Актуальные вопросы внутренних болезней: матер. I Съезда терапевтов Республ. Башкортостан. Уфа, 2008. С. 210–213.

13. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++. М.: Бином; СПб.: Невский диалект, 1999. 628 с.

14. Маклаков С. В. BPWin, ERWin. CASE-средства разработки информационных систем. М.: ДИАЛОГ МИФИ, 1999. 256 с.

15. Министерство здравоохранения и социального развития РФ [www.minzdravsoc.ru] 2010 URL: <http://www.minzdravsoc.ru>; (11.04.2010).

16. Ассоциация Развития Медицинских Информационных Технологий [<http://www.armit.ru/medsoft>] за 2008-2010 годы URL: <http://www.armit.ru/medsoft> (12.06.2010).

#### ОБ АВТОРАХ

**Ильясов Барый Галеевич**, чл.-кор. АН РБ, проф., зав. каф. техн. кибернетики. Дипл. инж.-электромех. по авиац. электрооборуд. ЛА (МАИ, 1962). Д-р техн. наук по сист. анализу и авт. упр. (ЦИАМ, 1984). Иссл. в обл. сист. анализа, упр-я в техн. и соц.-экон. системах.

**Попков Павел Евгеньевич** асс. той же каф. Дипл. магистр техники и технологии по вычисл. технике (УГАТУ, 2007). Иссл. в обл. системн. анализа и систем поддержки принятия решений.

**Загидуллин Шамиль Зарифович**, зав. каф. пропедевтики внутренних болезней Башкирск. гос. мед. ин-та. Д-р мед. наук, проф., руководитель клиники терапии ГКБ № 21, член президиума Ассоциации терапевтов РБ. Засл. врач РБ, отличник здравоохранения. Иссл. в обл. курортологии и физиотерапии.

**Мазитов Фаяз Харисович**, гл. врач, дир. санатория «Красноусольск» РБ. Дипл. врач-педиатр (Башкирск. гос. мед. ин-т, 1978). Д-р мед. наук, засл. врач РБ. Иссл. в обл. медицины.