

— синтезирован динамический компенсатор, компенсирующий воздействие перекрестных связей на исследуемый объект.

Данные результаты могут быть положены в основу создания макетного образца диагностической системы форсунок ДГУ, что в свою очередь позволит получать более надежные результаты при контроле деталей рассматриваемого оборудования.

Литература: 1. *Валуйская О.Ю.* Обработка вибросигналов с целью определения параметров для экспресс-диагностики топливной аппаратуры дизельных агрегатов // Вестник НТУ «ХПИ». Автоматика и приборостроение. 2002. Вып. 9. Т.7. С. 31-34. 2. *Левшина Е.С., Новицкий П.В.* Электрические измерения физических величин. Л.: Энергоатомиздат, 1983. 320с. 3. *Рей У.* Методы управления технологическими процессами: Пер. с англ. М.: Мир, 1983. 368с. 4. *Овчаренко А.И., Мигущенко Р.П.* Методика идентификации тепловых процессов в пресс-экструдерах масличных культур // Вестник ХГПУ. 1998. Вып.18. С. 87-91. 5. *Балакирев В.С., Дудников Е.Г., Цирлин А.М.* Экспериментальное определение динамических характеристик промышленных объектов управления. М.: Энергия, 1967. 232с. 6. *Волгин В.В., Каримов Р.Н.* Оценка корреляционных функций в промышленных системах управления. М.: Энергия, 1979. 80с. 7. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. М.: Наука, 1987. 711с.

Поступила в редколлегию 24.04.2003

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Гриб О.Г.

Мигущенко Руслан Павлович, канд. техн. наук, доцент кафедры измерительно-информационной техники НТУ «ХПИ». Научные интересы: проблемы метрологического обеспечения динамического безмонтажного самоконтроля интеллектуальных систем. Адрес: Украина, 61144, Харьков, ул. Гвардейцев Широнинцев, 91, кв.96, тел. 40-00-12.

Гусельников Виктор Кузьмич, канд. техн. наук, проф. кафедры измерительно-информационной техники НТУ «ХПИ». Научные интересы: проблемы метрологического обеспечения динамического безмонтажного самоконтроля интеллектуальных систем. Адрес: Украина, 61000, Харьков, Стадионный пр-д, 4/1, кв. 55, тел. 47-34-15.

Валуйская Ольга Юрьевна, ассистент кафедры теоретических основ электротехники НТУ «ХПИ», соискание ученой степени канд. техн. наук. Адрес: Украина, 61000, Харьков, пр.Тракторостроителей, 89а, кв.155, тел. 40-09-61.

УДК 681.3

МЕДИЦИНСКАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА

*НЕВЛЮДОВ И.Ш., ГЕТМАНСКАЯ Т.И.,
ЛИТВИНОВА Е.И., КАРПЕНКО С.Г.,
ГОРБУЛЬ В.С.*

Описываются отдельные этапы проектирования медицинской автоматизированной информационной системы с использованием структурного подхода. Анализируется предметная область, определяются выполняемые системой функции и отношения между данными, строится глобальная модель данных.

1. Введение

Вычислительные устройства прочно вошли в жизнь современного человека. Персональные компьютеры и автоматизированные рабочие станции широко используются в промышленности, государственных учреждениях, коммерческих структурах, банковской сфере, в сфере образования и других областях человеческой деятельности. Объемы обрабатываемой информации постоянно увеличиваются, изменяется ее форма и содержание, что требует совершенствования программного и аппаратного обеспечения автоматизированных систем.

К настоящему времени наибольшие успехи достигнуты в организации быстрого, надежного, безопасного и автоматического доступа к распределенным данным, в работе с графическими, звуковыми и видеообразами и картами, автоматизации процессов в промышленности, науке и коммерции.

Особое значение имеет обработка данных в здравоохранении, где циркулируют большие объемы информации, которая характеризуется разнообразием форм представления и конфиденциальностью. Эффективное использование медицинских данных предполагает не только их надежное хранение и статистическую обработку, но и организацию помощи врачам в принятии решений. Для этой цели должно быть разработано специализированное программное обеспечение.

Поэтому разработка информационных приложений, предназначенных для сбора, хранения, поиска и обработки текстовой или фактографической медицинской информации, по-прежнему является актуальной задачей.

Цель данной работы — структурный анализ медицинской автоматизированной информационной системы на этапе ее проектирования.

2. Анализ последних достижений в области автоматизации обработки медицинской информации

Работы по автоматизации обработки медицинской информации ведутся с середины прошлого столетия и к настоящему времени получены отдельные положительные результаты.

Так, на территории СНГ функционирует множество медицинских автоматизированных информационных систем и автоматизированных рабочих мест специалистов разного уровня. Каждая система решает определенный набор задач, актуальных для конкретного лечебного учреждения. Рассмотрим возможности некоторых из них.

Интегрированная автоматизированная система медико-статистического и экономического анализа в здравоохранении [1] предназначена для формирования банка данных медицинских услуг, оказываемых лечебно-профилактическим учреждением (ЛПУ), автоматизации процессов регистрации пациентов и учета оказываемых им услуг, формирования реестров и счетов по пролеченным пациентам, комплексной автоматизации учетно-финансовой деятельности ЛПУ.

Медицинская информационная система «МЕДИА-ЛОГ» (Россия) ориентирована на использование специалистами медицинских учреждений разного профиля и позволяет в автоматизированном режиме осуществлять ведение истории болезни и амбулаторной карты пациента, получать статистическую отчетность, организовывать работу регистратуры и приемного покоя, производить учет услуг и расчеты с контрагентами и др.

Медицинская автоматизированная информационная система «АМУЛЕТ», разработанная компанией «ЦентрИнвест Софт» (Россия) и представленная на выставке «Информационные технологии в медицине – 2003», предназначена для автоматизации деятельности лечебно-профилактических медицинских учреждений: реализует операции записи пациента на прием врача, направления на обследование и физиотерапевтические процедуры, регистрацию результатов приема и др.

Подсистема «Поликлиника» автоматизированной информационной системы «Артемиды» позволяет осуществлять сбор, обработку и хранение статистических данных по всем видам медицинской деятельности ЛПУ. Подсистема решает следующие задачи: ведение реестра прикрепленного контингента, формирование информации о деятельности всех врачей поликлиники, результатах профилактической и лечебно-диагностической работы; обработку статистической информации; предоставление сотрудникам администрации оперативного доступа к статистической и аналитической информации и др. [2].

Рассмотренные программные комплексы не обладают универсальностью, достаточной эффективностью, совместимостью, имеют ограниченные возможности модернизации, недостаточно просты в использовании, ориентированы на стандарты, регламентирующие оказание медицинской помощи в России.

Концептуальная модель медицинской информационной системы приведена в [3]. Предложено использовать комплексный подход, при котором создается ядро системы, реализующее наиболее важные ее функции, связанные с организацией хранения и пополнения медицинской информации. Впоследствии ядро наращивается программными модулями, предназначенными для решения специальных задач. В результате получается многоуровневая архитектура системы, позволяющая реализовать технологию «клиент-сервер».

3. Анализ предметной области и постановка задачи исследования

Рассмотрим предметную область медицинской автоматизированной информационной системы, которая должна обеспечивать надежное хранение информации о пациентах лечебного учреждения и проведенном обслуживании, а также обработку указанной информации.

Информация о пациенте имеет следующую структуру: фамилия, имя, отчество, номер амбулаторной карты, пол, год рождения, домашний адрес и телефон, место работы, принадлежность к определенному контингенту, наличие хронических заболеваний.

Информация о проведенном обслуживании включает данные профилактических осмотров, о проведенной вакцинации и лечебных мероприятиях в связи с выявленными или хроническими заболеваниями.

Система должна обеспечивать:

- выборку данных по одному или нескольким критериям (например, формирование списка пациентов, проживающих по определенному адресу или принадлежащих одному контингенту);
- выявление лиц, не проходивших профилактическое обследование длительный период времени;
- формирование журналов учета работы отдельных кабинетов;
- выдачу списка проведенных мероприятий для одного или группы пациентов;
- заполнение форм статистической отчетности в соответствии с требованиями Министерства здравоохранения Украины.

Необходимо предусмотреть следующие ограничения:

- в системе не должно быть пациентов с одним и тем же номером амбулаторной карты;
- в базу данных включают пациентов, не моложе определенного возраста;
- каждый пациент должен быть зарегистрирован.

С медицинской автоматизированной информационной системой могут работать следующие категории пользователей:

- регистратор;
- специалист;
- администрация медицинского учреждения.

При работе с системой регистратор должен иметь возможность решать следующие задачи:

- регистрация первичного пациента;
- назначение пациенту индивидуального номера амбулаторной карты;
- отнесение пациента к одной или нескольким категориям;

- ввод идентификационных сведений о пациенте;
- регистрация каталогизированного пациента;
- редактирование идентификационной информации о нем;
- направление на профилактическое обследование;
- запись на прием к врачу;
- снятие пациента с учета.

Специалист должен иметь возможность производить:

- поиск информации о пациенте в базе данных;
- поиск информации о результатах проведенного профилактического обследования;
- поиск информации о проведенных другими специалистами лечебных мероприятиях и их результатах;
- ввод информации об обследовании пациента данным специалистом;
- ввод информации о проведенных лечебных мероприятиях;
- формирование отчета о работе в соответствии с установленными требованиями.

Администратор медицинского учреждения должен иметь возможность:

- просматривать системный каталог, отражающий структуру лечебного учреждения;
- по выбранному элементу структуры (например, одному из обслуживаемых участков) получить полную информацию о пациентах;
- производить выборку данных по критерию или совокупности критериев;
- для выбранного номера амбулаторной карты получить информацию о пациенте и его посещениях данного лечебного учреждения;
- получить информацию о работе отдельных специалистов в указанный период времени;
- формировать статистическую информацию в соответствии с установленными требованиями;
- формировать необходимые формы отчетности.

Проведенный анализ позволяет составить точное представление о том, что должно выполняться в системе, какие пользователи будут с ней работать и какие задачи они будут решать.

4. Структурный анализ медицинской автоматизированной информационной системы

Приступим к описанию процесса разработки автоматизированной системы с использованием структурного подхода, сущность которого заключается в разбиении системы на функциональные подсистемы, которые могут решать определенные функции. Функции будем разделять на подфункции, подфункции – на задачи и т.д. [4]. Процесс разбиения будем продолжать до тех пор, пока на текущем уровне иерархии не будут определены конкретные

процедуры, не подлежащие дальнейшей детализации. В результате получим функциональную модель системы, главным компонентом которой являются диаграммы.

На верхнем уровне иерархии находится диаграмма, отображающая основную функцию системы: «автоматизация ввода, хранения и обработки медицинской информации» (рис. 1). Стрелки изображают интерфейсы с функциональными объектами, расположенными за пределами системы. Управляющая информация, входящая в блок сверху, содержит нормативные документы и порядок обслуживания пациентов. Информация о пациенте и его заболеваниях подвергается обработке и входит в блок слева. Результаты работы системы представляются собой отчеты различного вида и показаны выходящими из блока справа. Механизмы, с помощью которых реализуется функция (оператор и ПЭВМ), отображены стрелками, входящими в блок снизу.

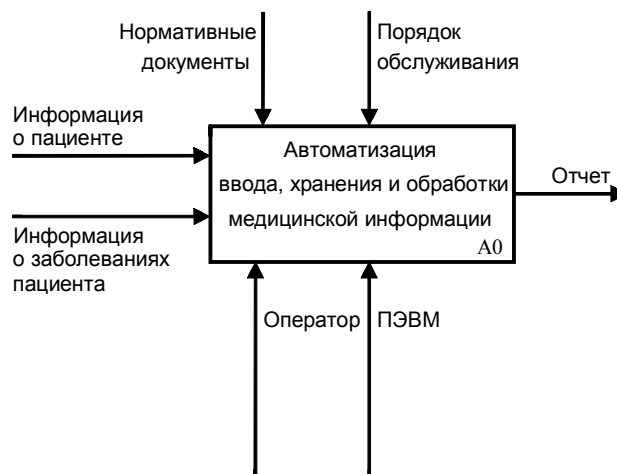


Рис. 1. Диаграмма верхнего (нулевого) уровня

Выполним детализацию диаграммы верхнего уровня следующим образом: разобьем основную функцию системы на три основные подфункции (рис. 2):

- ввод данных о пациенте;
- ввод данных о проведенном обслуживании;
- обработка данных.

В блок ввода данных из талона амбулаторного пациента поступает входная информация о нем. Затем на основании нормативных документов и с учетом порядка обслуживания формируется выходная информация в виде сведений о пациентах лечебного учреждения. Эти сведения вместе с информацией об имеющихся заболеваниях поступают в блок ввода данных о проведенном обслуживании, который на основании названной выше управляющей информации формирует сведения о проведенном обслуживании лиц, обратившихся в лечебное учреждение. Указанные сведения поступают в блок обработки данных, который формирует необходимые формы отчетности, соответствующие требованиям вышестоящих организаций.

Каждая функция, представленная на рис.2, может быть в свою очередь детализирована.

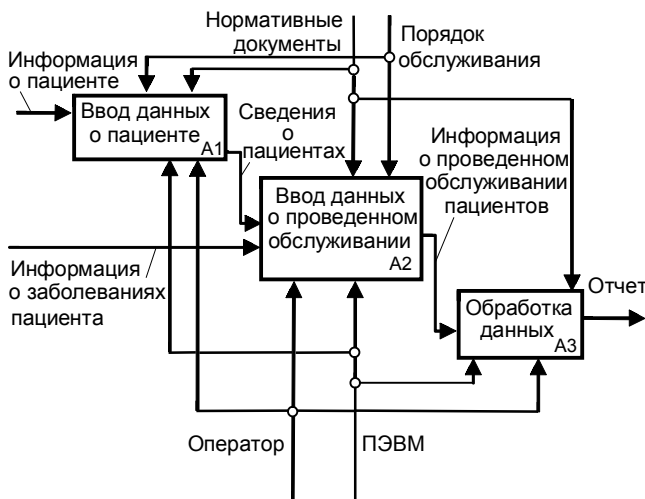


Рис. 2. Диаграмма первого уровня

Так, ввод данных о пациенте разделяется на ряд задач (рис.3):

- выбор участка;
- определение номера амбулаторной карты;
- ввод идентификационных сведений о пациенте.

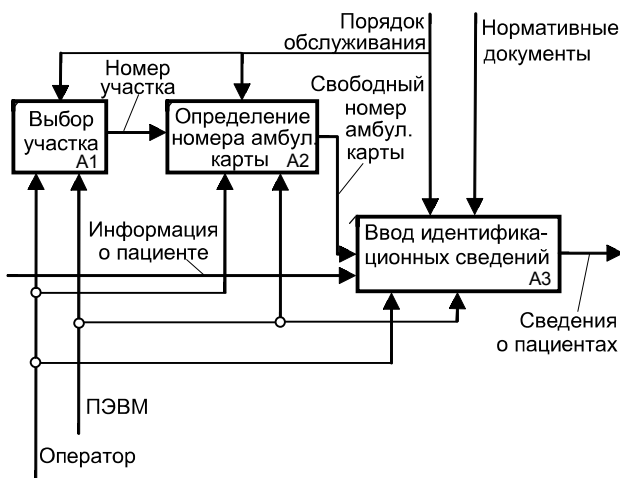


Рис. 3. Диаграмма второго уровня «ввод данных о пациенте»

Выбор участка осуществляется в соответствии с порядком обслуживания лиц, проживающих на определенной территории или работающих в обслуживаемой организации. Для первичных пациентов определяется свободный номер амбулаторной карты, который присваивается данному лицу. Информация о каталогизированных пациентах поступает в блок ввода идентификационных сведений. Последние накапливаются в системе в целях дальнейшего использования.

Обслуживание пациентов может осуществляться с профилактической или лечебной целью (рис.4).

Обслуживание с профилактической целью предполагает флюорографическое обследование, онкоосмотр и осмотр участковым терапевтом (рис.5). В процессе обследования могут быть выявлены различные заболевания, информация о которых поступает в блок обслуживания с лечебной целью. В последний передаются также сведения о хронических заболеваниях пациента. Лечебные мероприятия могут быть проведены участковым терапевтом и/или узкими специалистами (рис.6). Сведения о проведенном обслуживании сохраняются в системе и поступают в блок обработки данных (рис. 7). В процессе обработки могут быть сформированы журналы учета работы флюорокабинета и рентгенкабинета, журнал учета дозовых нагрузок, получены данные о проведенных профилактических и лечебных мероприятиях в течение определенного промежутка времени в разрезе участков, информация по обслуживаемому контингенту и отдельным пациентам лечебного учреждения, данные о работе терапевтов и узких специалистов и др.

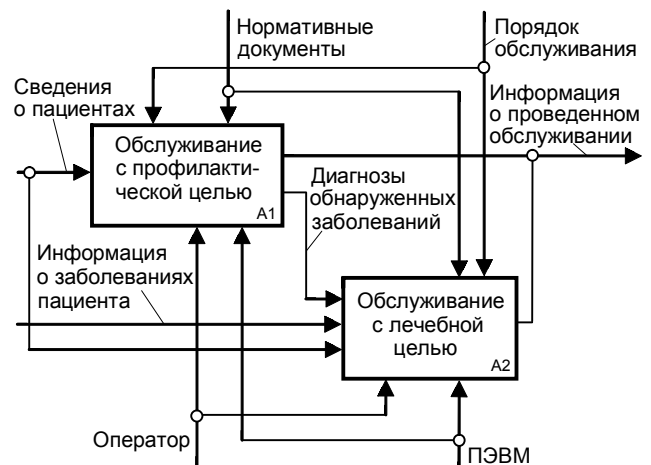


Рис. 4. Диаграмма второго уровня «ввод данных о проведенном обслуживании»

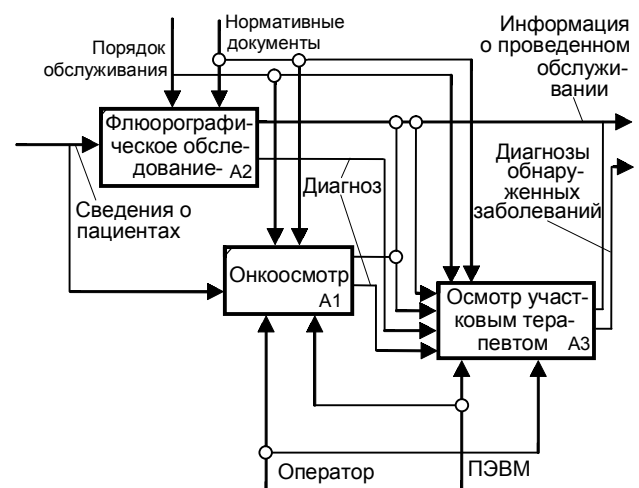


Рис. 5. Диаграмма третьего уровня «обслуживание с профилактической целью»

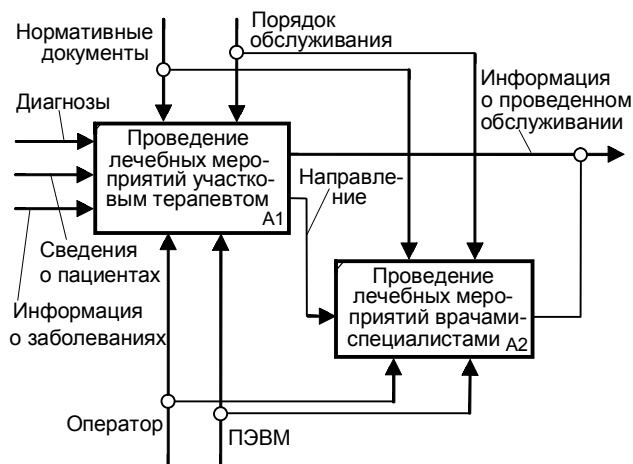


Рис. 6. Диаграмма третьего уровня «обслуживание с лечебной целью»

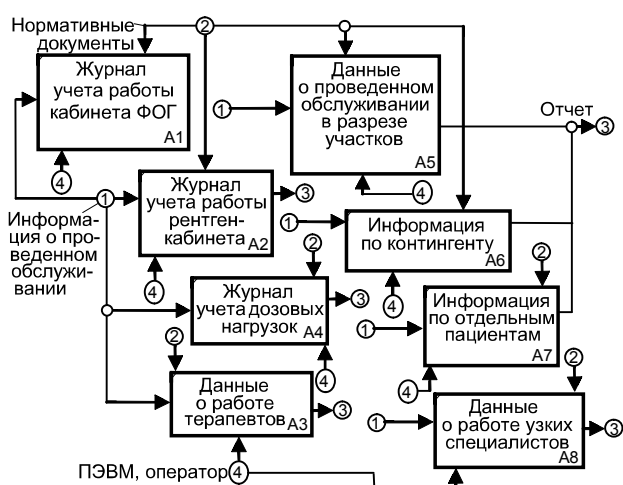


Рис. 7. Диаграмма второго уровня «обработка данных»

В результате выполненного функционального моделирования получена иерархическая древовидная функциональная структура медицинской автоматизированной информационной системы. Решаемые задачи разбиты на множество более мелких независимых подзадач, легко поддающихся осмыслению и реализации.

В процессе структурного анализа разрабатываемой автоматизированной информационной системы необходимо определить отношения между данными, которые покажут взаимодействие основных компонентов проектируемой автоматизированной информационной системы между собой и с внешними объектами (источниками и приемниками информации).

Проанализируем внешние события (внешние объекты), влияющие на функционирование лечебного учреждения и взаимодействующие с медицинской автоматизированной системой путем информационного обмена с ней.

Из описания предметной области следует, что в процессе работы лечебного учреждения участвуют следующие группы людей: пациенты, руководя-

щие органы высшего звена (например, министерство здравоохранения) и непосредственное руководство (например, городской отдел здравоохранения). Эти группы являются внешними объектами. Они взаимодействуют с системой, определяют ее границы и изображаются на начальной контекстной диаграмме как внешние сущности.

Составление иерархии диаграмм потоков данных начнем с построения контекстной диаграммы (рис.8). В центре диаграммы, имеющей звездообразную топологию, отобразим главный процесс «автоматизированный ввод, хранение и обработка медицинской информации» и соединим его с источниками и приемниками информации (соответственно пациент, руководящие органы высшего звена, городской отдел здравоохранения).

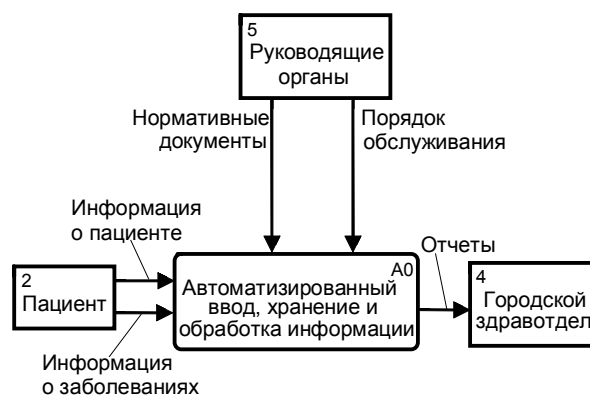


Рис. 8. Контекстная диаграмма

Действия внешних сущностей представляют собой внешние события, воздействующие на лечебное учреждение и вызывающие определенную реакцию системы. Так, пациент, впервые обратившийся за медицинской помощью или консультацией в лечебное учреждение, должен быть немедленно зарегистрирован, по отношению к нему должны быть проведены профилактические мероприятия и, при необходимости, оказана медицинская помощь. Изменение идентификационных сведений о пациенте (фамилия, адрес проживания и др.) должно быть отражено в информационных объектах системы. Изменение нормативных документов и/или порядка обслуживания пациентов приводит к изменению содержания информационных объектов, определяемых указанными документами, и/или порядка обслуживания пациентов. В ответ на запрос городского отдела здравоохранения происходит формирование требуемого отчета.

Построим список внешних событий, описывающий действия внешних сущностей и реакцию системы.

Событие «Пациент впервые обратился в данное лечебное учреждение за медицинской помощью» вызывает реакцию системы «Регистрация пациента на соответствующем участке. Проведение профилактических мероприятий. Оказание медицинской помощи».

На возникновение события «Пациент сообщает об изменении идентификационных сведений» система реагирует путем «Регистрации изменений».

Событие «Каталогизированный пациент обратился за медицинской помощью» вызывает реакцию системы «Проведение профилактических мероприятий. Оказание медицинской помощи».

Событие «Руководящие органы высшего звена сообщают об изменении нормативных документов и/или порядка обслуживания пациентов» вызывает необходимость «Изменения содержания информационных объектов, определяемых нормативными документами, и/или порядка обслуживания пациентов».

При возникновении события «Городской отдел здравоохранения запрашивает новый отчет» система формирует реакцию «Формирование требуемого отчета для горздравотдела».

Все действия внешних сущностей приводят к появлению нормальных данных, которые автоматизированная информационная система воспринимает непосредственно. Эти данные являются содержимым потоков данных, отображаемых на диаграммах.

Далее выполним детализацию контекстной диаграммы при помощи диаграмм потоков данных (рис.9). Отообразим на диаграмме накопители данных для хранения информации о пациентах и проведенном обслуживании.

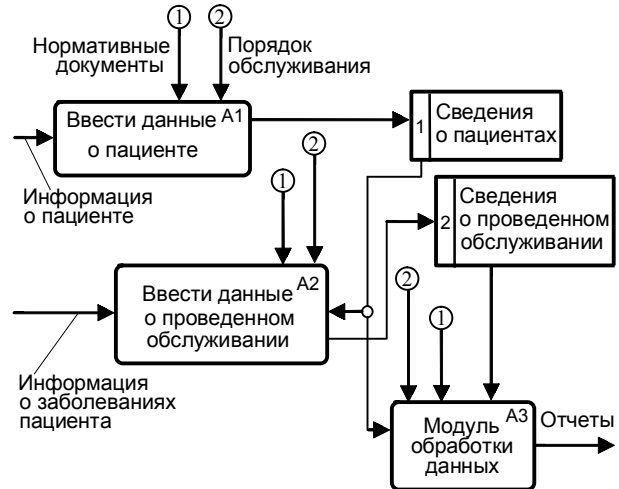


Рис. 9. Диаграмма потоков данных первого уровня

Существующие на контекстной диаграмме потоки данных между внешними сущностями и процессами преобразуются в потоки, представляющие обмен данными на более низком уровне иерархии.

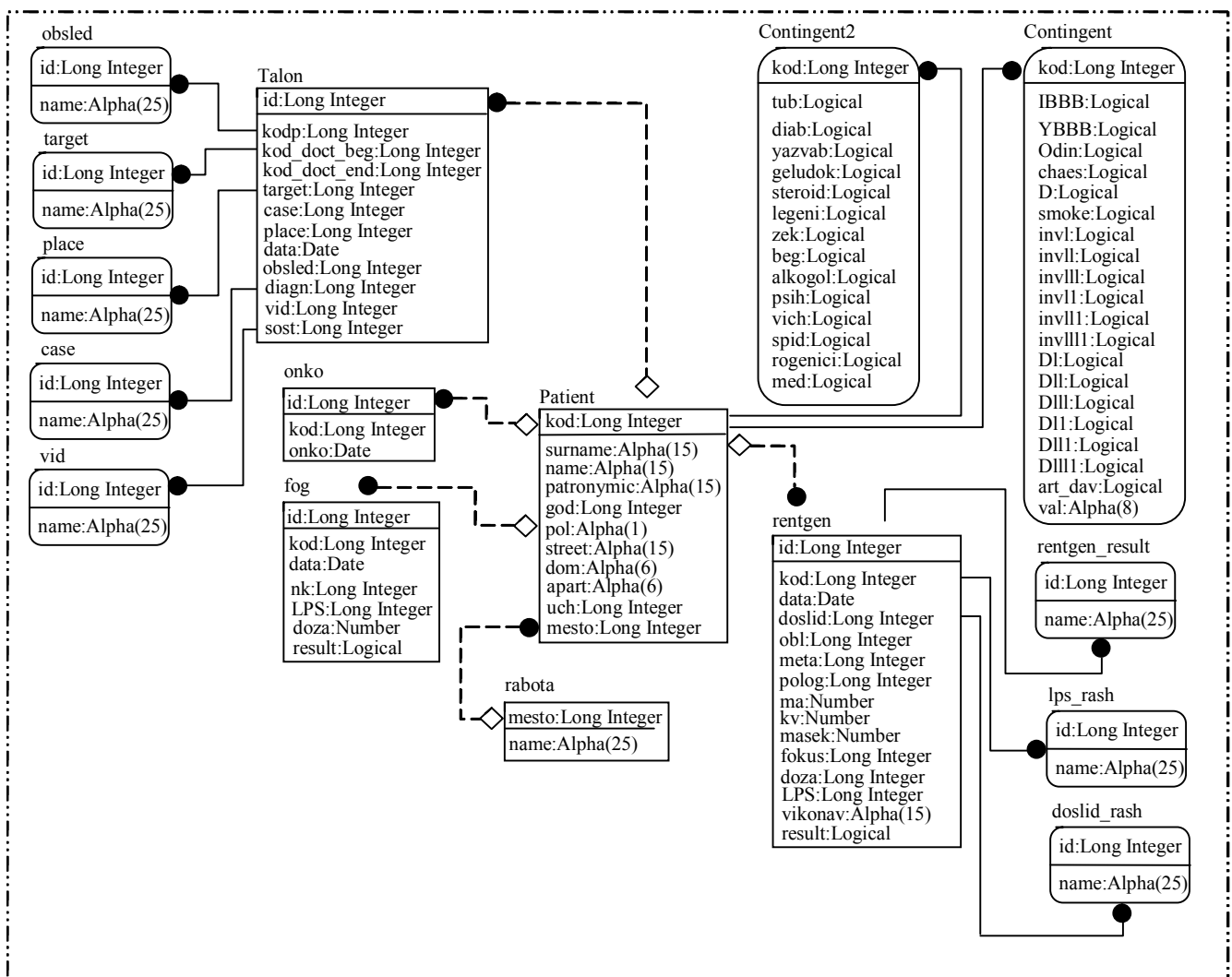


Рис. 10. Диаграмма «сущность-связь»

Каждое событие из списка формирует входной поток, реакция – выходной поток. Так, событие «Пациент впервые обратился в данное лечебное учреждение за медицинской помощью» формирует входные потоки «информация о пациенте» и «информация о заболеваниях пациента» и выходные потоки «сведения о пациентах (номера карт, имена, адреса, даты рождения и др.)» и «сведения о проведенном обслуживании пациентов». Событие «Руководящие органы высшего звена сообщают об изменении нормативных документов и/или порядка обслуживания пациентов» определяет структуру информации в указанных выше входных и выходных потоках. Событие «Городской отдел здравоохранения запрашивает новый отчет» формирует входные потоки «сведения о пациентах» и «сведения о проведенном обслуживании пациентов» и выходной поток «отчеты».

Аналогично строятся диаграммы потоков данных для более низких уровней иерархии. Полученные диаграммы соответствуют информации, приведенной на рис. 4-7.

Определим взаимосвязь между «абстрактными» и «конкретными» потоками данных на диаграммах. Построим глобальную модель данных в виде диаграммы «сущность-связь».

С этой целью определим важные для предметной области объекты (сущности), их свойства (атрибуты) и отношения друг с другом (связи). Сущность *Talon* будет хранить информацию о посещениях пациентом лечебного учреждения; *Patient* – идентификационные сведения о пациенте; *rabota* – шифр и наименование организации, в которой работает пациент; *onko* – номер амбулаторной карты и дату онкоосмотра; *fog* – номер амбулаторной карты, дату флюорографического обследования, номер кадра, параметры обследования, результат; *rentgen* – номер карты, дату рентгенологического обследования, предположительный диагноз, параметры обследования, результат. Для каждой сущности определены подтипы, некоторые из них приведены на рис. 10.

5. Заключение

В результате выполненного структурного анализа медицинской автоматизированной информационной системы определены выполняемые системой функции и отношения между данными, построена глобальная модель данных, которая может быть отображена в любую систему баз данных. В дальнейшем предполагается реализовать разработанную модель с применением архитектуры «клиент-сервер» (платформа SQL Server 2000). Клиентская часть будет реализована с помощью средства разработки приложений Delphi и технологии ADO.

Литература: 1. Сборник инвестиционных предложений I Международного инвестиционного конгресса “Новейшие технологии в системе интегральных процессов территорий стран АТР”, 30 мая - 2 июня 2000 г. / Координационный Совет Международного Конгресса территорий стран АТР. Владивосток: Дальневосточная государственная морская академия, 2000. 276 с. **2.** Гройсман В.А. Современные технологии управления лечебно-профилактическим учреждением. Тольятти, 2000. 247 с. **3.** Гусев А.В., Романов Ф.А., Дуданов И.П. Опыт разработки медицинской информационной системы / Медицинский академический журнал, №1. Приложение 1. 2001. С. 18. **4.** Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. М.: Финансы и статистика, 1998.

Поступила в редколлегию 16.07.2003

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Алипов Н.В.

Невлюдов Игорь Шакирович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технологии и автоматизации производства РЭС и ЭВС ХНУРЭ. Научные интересы: автоматизация производства радиоэлектронных и электронно-вычислительных средств. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 7-021-486.

Гетманская Татьяна Ивановна, главный врач 19-й поликлиники г. Харькова. Научные интересы: организация здравоохранения с использованием новых информационных технологий. Адрес: Украина, 61000, Харьков, пр. Героев Сталинграда, 23а, тел. 50-72-69.

Литвинова Евгения Ивановна, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и автоматизации производства РЭС и ЭВС ХНУРЭ. Научные интересы: алгоритмизация задач автоматизированного проектирования электронных вычислительных средств, проектирование автоматизированных информационных систем. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 7-021-486.

Карпенко Сергей Григорьевич, студент магистерской подготовки кафедры технологии и автоматизации производства РЭС и ЭВС ХНУРЭ. Научные интересы: проектирование автоматизированных информационных систем. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 7-021-486.

Горбуль Виктория Сергеевна, студентка магистерской подготовки кафедры технологии и автоматизации производства РЭС и ЭВС ХНУРЭ. Научные интересы: проектирование автоматизированных информационных систем. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 7-021-486.