

УДК 004.65

Д.Л. Можейко, А.В. Анищенко, Е.В. Кильчевская

## ПОСТРОЕНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

*Дается общее описание объекта моделирования, технологического процесса его работы, входных и выходных данных. Производится анализ информационных потоков в клиничко-диагностической лаборатории (КДЛ), в результате чего выделяются информационные объекты (сущности) и связи между ними. Предлагается концептуальная модель КДЛ, которая представлена в виде ER-диаграммы. В основе этого подхода лежит представление лабораторного показателя как отдельной сущности. Предлагаемый подход к проектированию базы данных (БД) призван помочь разработчикам информационных систем медицинских лабораторий на этапах формализации предметной области и проектирования логической и физической схем базы данных.*

### Введение

С каждым годом в различных отраслях человеческой деятельности возрастают потребности в использовании информационных систем. Не является исключением и медицина. Многие современные медицинские учреждения (МУ) используют или планируют использовать в своей деятельности системы на базе современных информационных технологий.

На протяжении последних десятилетий ведутся разработки медицинских информационных систем (МИС) на базе электронной истории болезни (Electronic Health Record – EHR). Одно из ключевых преимуществ использования EHR состоит в том, что вся информация о лечении пациента доступна лечащему врачу в комплексе (с учетом всех проводимых исследований, осмотров, операций и пр.) [1–3]. На основе такого подхода МИС можно разделить на несколько подсистем, каждая из которых отвечает за определенное подразделение МУ. Реализация подобной комплексной системы требует четкой и согласованной работы всех ее подсистем. Создание информационных систем подобного уровня не обходится без использования БД. Общая БД позволяет исключить дублирование информации о пациенте при его поступлении в различные подразделения МУ (стационар, диагностические кабинеты, лабораторию).

По объему информации, предоставляемой в распоряжение клинициста, лабораторные данные занимают одно из ведущих мест среди данных других диагностических служб. Возрастающая потребность клиницистов в анализах в настоящее время привела к тому, что удельный вес лабораторных исследований в общей структуре диагностических процедур в крупной многопрофильной больнице достигает 90 % [4]. Все это делает очень актуальным решение вопросов передачи, хранения и качества выдаваемых лабораторных исследований, в связи с чем уже много лет наиболее перспективным представляется решение данных вопросов с помощью вычислительной техники и информационных систем [5].

В настоящее время разработан целый ряд решений, автоматизирующих те или иные этапы деятельности КДЛ. Использование таких решений позволяет эффективно и оперативно вводить, обрабатывать, хранить и передавать данные, устанавливать связь с лабораторным оборудованием, иметь доступ к EHR [6].

Существует незначительное число работ, посвященных различным этапам автоматизации и внедрения информационных технологий в деятельность КДЛ. Этап формирования направлений на лабораторные анализы рассмотрен в статье [4], взаимодействие лабораторных и клинических служб – в [5], эффективность применения лабораторных информационных систем – в работах Е.В. Никушкина [7, 8]. Уровни применения информационно-компьютерных технологий в КДЛ (аналитическое оборудование; рабочее место, рабочая группа; госпитальная сеть) рассмотрены в работе [9]. Комплексный подход к автоматизации КДЛ предлагается в докладе [10].

Среди работ, посвященных проектированию информационных систем в здравоохранении, следует отметить статью [11], в которой выделяется этап концептуального проектирования

при построении медицинских информационных систем. Построение информационной модели МУ на основе выделения информационных объектов рассматривается в работе [12].

В настоящее время в Республике Беларусь практически отсутствуют разработки в направлении автоматизации КДЛ и стандартизации информационного обмена с лечебным и административным персоналом. Большинство КДЛ не имеют достаточно средств и возможностей для интеграции существующих зарубежных технических решений в свою практику. Это послужило основанием для разработки отечественной лабораторной информационной системы.

Построение модели предметной области – один из первых этапов в разработке информационных систем, который играет большую роль в успешности их разработки. Проектирование данных обеспечивает наибольшую отдачу при его применении на ранних стадиях жизненного цикла разработки системы [13].

Проведенное авторами исследование состояло в анализе документооборота и выделении информационных объектов КДЛ. Его основная цель – построение концептуальной модели КДЛ. Особенностью исследования является проектирование универсальной модели, которая бы учитывала требования современных КДЛ различного профиля и масштаба и служила базисом для проектирования физической схемы БД КДЛ. В основе предлагаемого подхода лежит представление лабораторного ПОКАЗАТЕЛЯ как отдельной сущности, а не атрибута сущности АНАЛИЗ. Построенная на основе такого подхода схема БД не зависит от количества и состава подразделений, анализов и показателей в КДЛ. Использование предлагаемых подходов к проектированию модели предметной области позволило сформировать базис для эффективного управления данными в КДЛ.

Вопросы автоматизации КДЛ (автоматизированный заказ лабораторных исследований) и проектирования логической модели КДЛ рассматривались в работе [4].

## 1. Многоуровневая архитектура систем баз данных

Уже на ранней стадии разработок систем БД в качестве одного из основополагающих был принят принцип независимости данных. В соответствии с этим принципом в системе должны поддерживаться отдельные представления данных для пользователя (логическое представление) и для системных механизмов среды хранения БД (физическое представление). Так различают логические и физические модели данных и схемы БД [14].

Опубликованный в 1975 г. отчет ANSI/X3/SPARC зафиксировал не только широкое признание концепций многоуровневой архитектуры систем БД, но и необходимость явного выделения в архитектуре таких систем специального уровня представления полной БД, единого для всех ее приложений и независимого от них (концептуального уровня). Предложенная в отчете «трехсхемная технология» предусматривала помимо концептуального также еще два архитектурных уровня. Внутренний уровень должен обеспечивать поддержку представления хранимой БД, а внешний – поддержку представлений БД с точки зрения приложений. На каждом архитектурном уровне предполагается при этом использование той или иной модели данных. На внешнем уровне таких моделей может быть несколько. Схемы, определенные на каждом уровне, называются, соответственно, внешней, концептуальной и внутренней (рис. 1).



Рис. 1. Многоуровневая архитектура систем баз данных

Архитектурная терминология ANSI/X3/ SPARC получила широкое распространение. Пытаясь связать раннюю терминологию с ANSI/X3/SPARC, некоторые авторы отождествляют понятия «логическая» и «концептуальная» схемы БД с понятиями «физическая» и «внутренняя».

В сложившейся терминологии систем БД и инструменты моделирования, и его результаты рассматриваются как модели. Поэтому очень важно различать модели по их роли в процессе моделирования. Термин «модель данных» в современной его трактовке обозначает инструмент моделирования, а вовсе не результат, в то время как «модель базы данных» (представляющая собой схему БД) или «модель предметной области» (спецификации модели предметной области) являются результатами моделирования. Другим аспектом различия модельных средств в системах БД являются объекты моделирования, с которыми они связаны. С этой точки зрения различаются модели предметной области системы и модели БД. Данные модели взаимосвязаны, и их взаимосвязь проявляется в процессе проектирования системы БД. В настоящей работе будем рассматривать модель предметной области [14].

Концептуальная модель предметной области представляет собой обобщение представлений разных пользователей о данных. В связи с этим построение концептуальной модели, как правило, происходит в два этапа. На первом этапе производится сбор и анализ данных и строятся так называемые модели локальных представлений (локальные модели). Чаще всего локальная модель отражает представление отдельного пользователя (отдельной функциональной задачи). На втором этапе построенные локальные модели объединяются в обобщенную концептуальную модель [15].

В данной статье рассматривается этап концептуального проектирования предметной области, в качестве объекта моделирования выбрана КДЛ.

## **2. Концептуальное моделирование предметной области на основе использования ER-диаграмм**

Знания о предметной области могут быть выражены как неформально – в виде знаний эксперта, так и формально – при помощи каких-либо средств. В качестве таких средств могут выступать текстовые описания предметной области, наборы должностных инструкций, правила ведения дел на предприятии и т. п. [16]. Гораздо более информативными являются графические описания предметной области, которые можно выполнить в специальных средствах автоматизированного проектирования (AllFusion ERwin Data Modeler, Design/IDEF, Vantage Team Builder, SE Companion, Power Designer, Silverrun, Designer/2000 и др.) [17, 18]. Данные CASE-средства применяются для создания схем различных уровней представления данных с использованием разнообразных графических нотаций.

Существует потенциальная возможность определения множества различных моделей данных, однако не все из них полезны на практике, что подтверждается весьма малым числом моделей, получивших широкое распространение [19]. До настоящего времени наибольшее распространение получили три основные модели данных: реляционная, сетевая и иерархическая. В настоящее время сформировалась новая тройка конкурентов: реляционная, объектная и многомерная модели [20].

Одной из наиболее популярных моделей данных для спецификации концептуальной модели предметной области является ER-модель (модель «сущность – связь») [14]. Эта модель используется в качестве инструмента семантического моделирования предметной области. До настоящего времени появилось множество ее расширений: semantic data modeling, «extended ER modeling, hyper-semantic data modeling, OMT approach и др. В статье [21] предложен вариант ER-модели, которая учитывает бизнес-логику предприятия.

Впервые ER-модель была предложена П. Ченом в 1976 г. [22] и получила дальнейшее развитие в работах Р. Баркера. В ER-модели используется представление данных, в соответствии с которым реальный мир состоит из «сущностей» и «связей». В процессе создания ER-модели определяются важные для предметной области объекты (сущности), их свойства (атрибуты) и отношения друг с другом (связи). На использовании разновидностей ER-модели основано большинство современных подходов к проектированию БД (главным образом реляционных).

Приведем несколько определений, которыми будем пользоваться в дальнейшем. *Сущность* – это реальный или представляемый объект, информация о котором должна сохраняться

и быть доступна. В диаграммах ER-модели сущность представляется в виде прямоугольника. *Атрибутом* сущности является любая деталь, которая служит для уточнения, идентификации, классификации, числовой характеристики или выражения состояния сущности. Таким образом, атрибут представляет информационное описание количественных или качественных свойств сущности, описывает ее состояние и позволяет идентифицировать. *Связь* – это графически изображаемая ассоциация, устанавливаемая между двумя сущностями. Эта ассоциация всегда является бинарной и может существовать между двумя разными сущностями или между сущностью и ей же самой (рекурсивная связь) [24].

Моделирование предметной области базируется на использовании графических диаграмм (ER-диаграмм). Существует несколько уровней представления предметной области ER-диаграммой. Среди них можно выделить три основных: ER (Entity-Relationship) – указание основных сущностей и связей между ними, KB (Key-Based) – расширение ER с указанием ключевых атрибутов и FA (Fully-Attributed) – расширение KB с указанием всех возможных атрибутов.

Следует отметить, что далее будут рассматриваться не вся потенциально доступная информация о сущностях и связях предметной области, а только те сущности и связи (и информация о них), которые должны войти в проект БД.

### 3. Описание и анализ предметной области

*Предметная область* – часть реального мира, подлежащая изучению с целью организации управления и, в конечном счете, автоматизации.

Предметная область представляется множеством фрагментов. Например, МУ может быть представлено лечебными отделениями, администрацией, диагностическими службами. Каждый фрагмент предметной области характеризуется множеством объектов и процессов, использующих объекты, а также множеством пользователей с различными взглядами на предметную область. В данной статье в качестве одного из таких фрагментов рассматривается КДЛ.

В результате анализа документооборота КДЛ выделены два основных класса документов: медицинские документы и справочники. По уровню доступа справочники можно разделить на две группы: внутренние (изменяются в КДЛ) и внешние.

Медицинский документ содержит информацию об авторе, времени создания документа, а также обо всех последующих изменениях документа, их авторе и времени. Реализацией медицинского документа в КДЛ является бланк анализа.

Примеры внутренних справочников КДЛ:

- анализы (по подразделениям);
- показатели (по анализам);
- реагенты;
- анализаторы и прочее лабораторное оборудование;
- сотрудники (с указанием должностей);
- статистические отчеты.

Примеры внешних справочников КДЛ:

- лечебные отделения;
- лечащие врачи.

Персонал МУ можно разделить на различные категории пользователей, имеющих разные полномочия. Пример таких категорий для КДЛ: заведующий, врач-лаборант, фельдшер-лаборант. Каждой категории пользователей ставится в соответствие набор элементарных полномочий [12]. Подобное выделение информационных объектов и уровней доступа к ним (полномочий) необходимо для организации подсистемы безопасности.

#### 3.1. Общая характеристика объекта моделирования

КДЛ предназначена для выполнения плановых и экстренных лабораторных исследований биоматериала пациентов как головного МУ, так и ряда сторонних лечебно-профилактических учреждений. Основная задача КДЛ заключается в выдаче лечебным отделениям лабораторной информации необходимого качества и количества по всей номенклатуре показателей с минимальными сроками выполнения и получения результатов лечащими врачами.

Основным источником информации о технологическом процессе работы, документообороте, местах сбора и накопления информации в КДЛ были рабочие сессии с сотрудниками МУ.

Под *анализом* будем понимать комплекс процедур по обработке и оценке биоматериала для определения требуемых его характеристик, а под *показателем* – диагностически значимую характеристику исследуемого биоматериала. В данной работе под термином показатель также будем понимать:

- вспомогательные внутрिलाбораторные параметры, используемые во время проведения анализа (например, объем сыворотки до и после ретракции);
- входные параметры, указываемые в направлении (например, суточный диурез);
- коэффициенты, используемые при расчете показателей (например, МНО);
- отдельные логические блоки показателей, т. е. подгруппы показателей, используемые при анализе (например, общие свойства, микроскопия).

В структурном отношении КДЛ представляется рядом подразделений: биохимическим, клиническим, иммунологическим, цитологическим, экспресс-диагностическим и др. Каждое подразделение специализируется на выполнении определенного вида анализов. Например, клиническое подразделение может проводить общий анализ крови, копрограмму, исследование спинномозговой жидкости. Анализ содержит определенный набор показателей. Например, общий анализ крови показывает лейкоциты, эритроциты, гемоглобин, нормобласты и др.

В результате в КДЛ можно выделить следующие базовые сущности: ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ, АНАЛИЗ, ПОКАЗАТЕЛЬ (рис. 2).

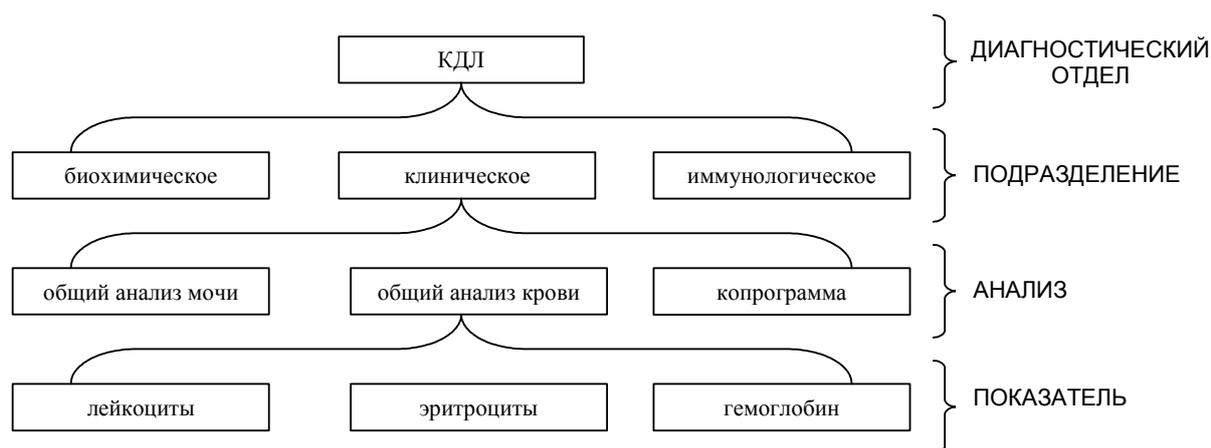


Рис. 2. Структурная схема взаимосвязи базовых сущностей КДЛ

Как правило, общая последовательность операций (модель функционирования) в КДЛ следующая:

- поступление направления на анализ и соответствующего биоматериала в КДЛ;
- обработка биоматериала и проведение анализа (на анализаторе либо на основе ручных методов);
- ввод полученных результатов в соответствующий бланк анализа;
- выдача результатов анализов лечащим врачам.

Результаты анализа включаются в медицинскую карту пациента (в случае стационарного лечения – в историю болезни) и фиксируются в лабораторном журнале проведенных исследований. Для выявления дополнительных сущностей, их свойств и связей проанализируем входные и выходные информационные потоки в КДЛ.

### 3.2. Анализ входной информации

Входной информацией в КДЛ служит направление на анализ. В общем случае направление на анализ представляет собой заявку на проведение определенного набора лабораторных показателей. Информацию в направлении можно разделить на три секции: анкетную информацию о пациенте, лечебную информацию о пациенте и информацию об анализе (табл. 1).

Из-за неоднозначности трактовки приведем более подробное описание некоторых элементов. «Рост», «вес» и «группа крови» указываются только для анализов, где эта информация необходима. В функции подразделений помимо выполнения анализов для пациентов стационара может входить также удовлетворение заявок на лабораторное обслуживание сторонних учреждений: поликлиник, санаториев, медицинских частей и других МУ. Для учета всех анализов для пациентов любой категории используется элемент «категория». В случае стационарного лечения указываются «отделение» и «палата», амбулаторного – «направившее учреждение». Элемент «показатель» включает требуемый для данного анализа перечень лабораторных показателей. Показатели в списке имеют определенный порядок.

Таблица 1

Структура данных из направления

о пациенте	Информация	
	лечебная	об анализе
Ф.И.О.	Категория	Подразделение
Пол	Номер истории болезни	Название
Возраст	Отделение	Показатели
Рост	Номер палаты	Дата забора биоматериала
Вес	Диагноз	Вид биоматериала
Группа крови	Ф.И.О. лечащего врача	Пометка «СИТО»
	Направившее учреждение	Обследование
		Примечание

Для некоторых анализов необходимо учитывать, является исследование первичным, повторным или контрольным. Для этого используется элемент «обследование».

### 3.3. Анализ выходной информации

Выходными данными КДЛ являются результаты анализов и статистические отчеты. Рассмотрим более подробно состав выходной информации для декомпозиции выделенных ранее базовых сущностей.

Анализ имеет описание, которое включает его диагностическую ценность, особенности взятия и доставки биоматериала, временные ограничения на транспортировку биоматериала и пр. Каждый анализ проводится в определенном подразделении. В то же время в зависимости от времени поступления биоматериала, срочности анализа и режима работы КДЛ анализы могут проводиться в разных подразделениях. Например, общий анализ крови может проводиться и в клиническом, и в экспресс-подразделении.

Можно выделить несколько состояний (статусов) анализа, которые соответствуют стадиям его проведения: создан, в работе, проведен, распечатан, отправлен на проверку (отсутствует биоматериал).

Проведенный анализ включает: данные из направления (см. табл. 1), результаты анализа по показателям, общую вербальную оценку (примечание к анализу), а также информацию о том, кто и когда проводил данный анализ (дату проведения и данные о сотрудниках, несущих ответственность за проведенный анализ). В бланке показатели имеют определенный порядок следования.

Лабораторный показатель может сопровождаться единицей измерения и нормой. Результат лабораторного показателя представляется числовым или вербальным значением либо тем и другим, т. е. имеет различные типы отображения. Иногда значение лабораторного показателя может выражаться диапазоном (табл. 2).

Таблица 2

Типы отображения лабораторных показателей

Название	Результат	Единица измерения	Норма	Тип отображения
Эритроциты	4	$10^{12}/л$	3,5–4,7	Число
Цилиндры	3–5	В поле зрения	Отсутствуют	Диапазон
Кетоновые тела	++	–	»	Вербальное значение
Эпителий	Большое кол-во	–	»	Вербальное значение

Норма показателя зависит от пола и возраста пациента, а также может зависеть от метода исследования (табл. 3). Нормы показателей, которые выполняются на анализаторах, меняются при вводе нового анализатора либо при смене реагента.

Таблица 3

Зависимость нормы показателя от пола, возраста пациента и метода исследования

Название	Метод исследования	Пол	Возраст	Норма
Щелочная фосфатаза	IFCC	–	до 13 лет	108–360 ед/л
»	»	м	от 13 лет	< 117 ед/л
»	»	ж	от 13 лет	< 104 ед/л
»	»	–	до 13 лет	< 720 ед/л
»	»	м	от 13 лет	< 270 ед/л
»	»	ж	от 13 лет	< 240 ед/л

При анализе документооборота КДЛ было выяснено, что показатель может иметь несколько наименований: полное, аббревиатуру и наименование для статистического отчета (глюкоза, GLU, глюкоза (качественно), глюкоза (количественно)).

По типу получения результата лабораторные показатели можно разбить на несколько групп. Первая из них включает показатели, которые получаются на анализаторах; вторая – показатели, проводимые ручными методами; третья – расчетные показатели, результаты которых вычисляются на основе ранее полученных значений по определенным формулам.

В некоторых анализах с большим числом показателей можно выделить отдельные логические блоки показателей в анализе (подгруппы показателей), которые объединяют в себе один или несколько показателей, например микроскопию, лейкоцитарную формулу, Т-систему. При построении модели КДЛ такой логический блок интерпретирован как отдельный лабораторный показатель.

#### 4. ER-диаграмма концептуальной модели КДЛ

Одним из результатов анализа предметной области является выделение сущностей и связей (табл. 4).

Таблица 4

Сущности, связи и их атрибуты на примере КДЛ

Сущность, связь	Атрибуты
ЛАБОРАТОРИЯ	Код лаборатории, наименование, адрес, телефон, активность, описание
АНАЛИЗ	Код анализа, наименование, активность, обследование, описание
ПОКАЗАТЕЛЬ	Код показателя, наименование, аббревиатура, единица измерения, формула расчета, «входной», «внутренний», минимальное значение, максимальное значение, тип отображения, описание
ОТЧЕТ	Код отчета, тип отчета, наименование, приоритет, активность
СЛОВО	Код слова, слово, приоритет
МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ	Код метода исследования, наименование, активность
БЛАНК	Код бланка, код анализа, код карточки пациента, код истории болезни, категория пациента, отделение, биоматериал, пометка «СИТО», код лечащего врача, код лаборанта, дата создания, дата назначения, дата проведения, диагноз, примечание, номер пробирки, статус анализа, обследование
РЕЗУЛЬТАТ	Код бланка, код показателя, код типа отображения, код метода исследования, значение
ПАЦИЕНТ	Код пациента, Ф.И.О., пол, дата рождения, адрес и др.
СОТРУДНИК	Код сотрудника, код подразделения, Ф.И.О., дата поступления, дата увольнения, должность
ЛАБОР_АНАЛИЗ	Код лаборатории, код анализа, приоритет, активность
АНАЛИЗ_ПОКАЗ	Код анализа, код показателя, приоритет, время проведения, активность
СЛОВО_ПОКАЗ	Код показателя, код типа отображения
ОТЧЕТ_АНАЛИЗ	Код отчета, код анализа, приоритет
ОТЧЕТ_ПОКАЗ	Код отчета, код анализа, код показателя, приоритет
НОРМА	Код анализа, код показателя, возраст, пол, код реагента, норма нижняя, норма верхняя

Для лабораторных показателей, результат которых представляется вербально, используется сущность СЛОВО. Информация об анализе, включая информацию из направления, хранится в сущности БЛАНК. Сущность РЕЗУЛЬТАТ содержит значение показателя. Связь с сущностью БЛАНК осуществляется через атрибут «код бланка». Здесь использован принцип реализации документа сущностью, в соответствии с которым, если документ (в нашем примере АНАЛИЗ) содержит произвольное количество однородных элементов (ПОКАЗАТЕЛЬ), эти элементы реализуются отдельной сущностью (связь «один ко многим»).

Атрибут «тип отчета» указывает на учет в отчете либо анализов, либо показателей.

В связи АНАЛИЗ\_ПОКАЗ атрибут «приоритет» представляет порядковый номер следования показателя в анализе, не являясь при этом ни атрибутом сущности АНАЛИЗ, ни атрибутом сущности ПОКАЗАТЕЛЬ (его смысл зависит от конкретной принадлежности показателя анализу).

Различают ER-диаграммы «верхнего» и «нижнего» уровней. Верхний уровень является менее детализированным – в нем отсутствуют атрибуты сущностей и связей [23] (рис. 3).

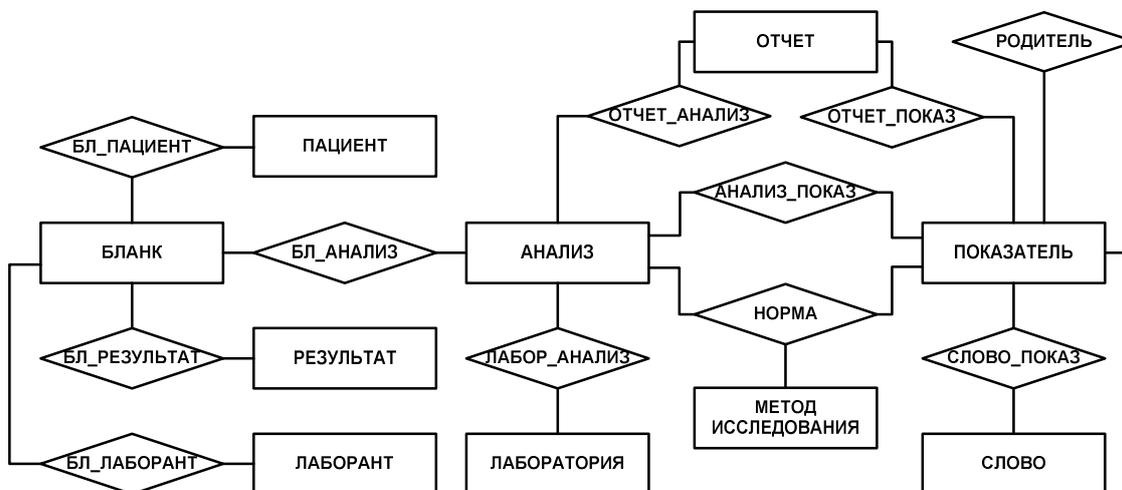


Рис. 3. ER-диаграмма верхнего уровня концептуальной модели КДЛ

Вне зависимости от типа сущности атрибут «активность» означает доступность в определенный момент экземпляра данной сущности, атрибут «приоритет» – порядок следования экземпляра данной сущности в общем их списке.

Связи БЛ\_ПАЦИЕНТ, БЛ\_СОТРУДНИК, БЛ\_РЕЗУЛЬТАТ не имеют атрибутов, отражая степень связи данного отношения «один к одному». Связь может быть определена и только для одной сущности. Например, связь РОДИТЕЛЬ определяется для единственной сущности ПОКАЗАТЕЛЬ.

Следует отметить, что на первых шагах проектирования модели КДЛ каждый анализ представлялся как отдельная сущность, в состав которой показатели входили как атрибуты. В связи с этим набор атрибутов такой сущности напрямую зависел от числа показателей в анализе. Данный подход не получил своего продолжения, так как он не обеспечивал необходимую функциональность, например проверку выхода значения показателя за пределы нормы. Главный его недостаток заключался в том, что при изменении состава анализов либо показателей в КДЛ (что случается довольно часто) приходилось перепроектировать структуру БД.

В основе предлагаемого подхода лежит представление показателя как отдельной сущности. Основное преимущество такого подхода состоит в том, что схема БД не зависит от количества и состава подразделений, анализов и показателей в КДЛ, т. е. изменяется содержание, а не структура справочных таблиц. Дополнительные преимущества связаны с возможностью проверки выхода значения показателя за пределы нормы, настройки статистических отчетов по анализам и показателям, учета различных характеристик лабораторного показателя (единиц измерения, времени проведения и др.).

### Заключение

Построена концептуальная модель КДЛ, которая представлена графически с использованием ER-диаграммы. Изображение концептуальной модели предметной области в виде ER-диаграммы позволяет наглядно и в доступной форме представить необходимые данные для анализа и верификации специалистам-медикам, а также предоставить важную информацию разработчикам для понимания функциональных границ проекта на итерационных фазах разработки системы.

Предложенная концептуальная модель КДЛ спроектирована авторами на основе практического опыта разработки и внедрения медицинской диагностической лабораторной информационной системы. Практическое использование этой системы в МУ различного профиля и масштаба (от 200 до 1300 коек) показало работоспособность выбранного подхода к проектированию БД, актуальность данной разработки и ее практическую значимость.

Описание основных лабораторных информационных сущностей с указанием их атрибутов, а также предложенная концептуальная модель КДЛ могут быть полезны разработчикам медицинских систем при внедрении информационных технологий в деятельность КДЛ.

Будущие исследования необходимо направить на расширение предложенной модели для реализации процедур лабораторного контроля качества, организации интерфейса обмена лабораторной информацией со сторонними МИС, использование LOINC – международного справочника-классификатора лабораторных кодов.

### Список литературы

1. Hasselbring, W. Interdisciplinary-object-oriented-domain / W. Hasselbring // Scientific literature Digital Library [Electronic resource]. – 1997. – Mode of access: <http://citeseer.ist.psu.edu/316578.html>. – Date of access: 01.05.2006.
2. Hasselbring, W. Federated integration of replicated information within hospitals / W. Hasselbring // Int. J. Digital Lib. – 1997. – P. 192–208.
3. McDonald, C.J. Need For Standards In Health Information / C.J. McDonald // Health Affairs. – 1998. – Vol. 17. – № 6. – P. 44–46.
4. Автоматизированный заказ лабораторных исследований / Е.В. Никушкин [и др.] // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 1998. – № 4. – С. 83–87.
5. Автоматизированная лабораторная система ЦКБ / С.Ф. Лутошкин [и др.] // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2000. – № 4. – С. 55–57.
6. Seaberg, R. Planning and implementing total laboratory automation at the North Shore-Long Island Jewish Health System Laboratories / R. Seaberg, B. Statland, R. Stallone // FindArticles [Electronic resource]. – 1999. – Mode of access: [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_m3230/is\\_6\\_31/ai\\_55083280](http://findarticles.com/p/articles/mi_m3230/is_6_31/ai_55083280). – Date of access: 01.05.2006.
7. О развитии автоматизации Лабораторно-диагностического центра Центральной клинической больницы / А.П. Николаев [и др.] // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2002. – № 1. – С. 78–82.
8. Никушкин, Е.В. Клиническая лабораторная диагностика. Настоящее и перспективы развития / Е.В. Никушкин, Д.В. Юсупов, В.Е. Колупаев // ФГУ Центр реабилитации УДП РФ [Электронный ресурс]. – 2001. – Режим доступа: <http://www.r-c.ru/pdf/36.pdf>. – Дата доступа: 01.05.2006.
9. Михайлов, Ю.Е. Информационно-компьютерные технологии – актуальный и неизбежный шаг совершенствования лабораторной диагностики (на примере рабочей группы «Гематология») / Ю.Е. Михайлов // Клиническая лабораторная диагностика. – 2001. – № 7. – С. 25–32.
10. Truhan, V. Comprehensive approach to automation of laboratory researches in hospital / V. Truhan, D. Mozheyko, A. Anishchenko // Modeling and Simulation: proceedings of the Int'l Conf., Minsk, 27–29 April, 2004. – Minsk, 2004. – P. 220–226.
11. Шерпер, Ж.Р. Информационные системы в здравоохранении: технология и организация / Ж.Р. Шерпер // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2000. – № 4. – С. 15–17.
12. Интегрированная распределенная информационная система лечебного учреждения (ИНТЕРИН) / Я.И. Гулиев [и др.] // Программные продукты и системы. – 1997. – № 3.

13. Зайцев, С.Л. Проектирование баз данных с Erwin. Базовые концепции моделирования данных / С.Л. Зайцев // Учебный центр «Интерфейс» [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://www.interface.ru/ca/erw01.htm>. – Дата доступа: 01.05.2006.
14. Когаловский, М.Р. Абстракции и модели в системах баз данных / М.Р. Когаловский // СУБД. – 1998. – С. 73–81.
15. Швецов, В.И. Базы данных: учеб. пособие / А.Н. Визгунов, И.Б. Мееров. – Нижний Новгород: ННГУ, 2004. – 271 с.
16. Пушников, А.Ю. Введение в системы управления базами данных: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2. Нормальные формы отношений и транзакции / А.Ю. Пушников. – Уфа: Башкирский университет, 1999. – 138 с.
17. Вендров, А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем / А.М. Вендров. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 176 с.
18. Зеленков, Ю.А. Введение в базы данных / Ю.А. Зеленков // Мурманский государственный технический университет [Электронный ресурс]. – 1997. – Режим доступа: <http://www.mstu.edu.ru/education/materials/zelenkov/toc.html>. – Дата доступа: 01.05.2006.
19. Цикритзис, Д. Модели данных / Д. Цикритзис, Ф. Лоховски; пер. О.М. Вейнерова. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 344 с.
20. Пржиялковский, В.В. Абстракции в проектировании баз данных / В.В. Пржиялковский // СУБД. – 1998. – С. 90–97.
21. Khan, K. Incorporating Business Requirements and Constraints in Database Conceptual models / K. Khan, M. Kapurubandara, U. Chadha // ACM International Conference Proceeding Series. – 2004. – Vol. 59. – P. 59–64.
22. Chen, P. The entity-relational model. Toward a unified view of data / P. Chen // ACM TODS. – 1976. – № 1. – P. 9–36.
23. Цаленко, М.Ш. Моделирование семантики в базах данных / М.Ш. Цаленко. – М.: Наука, 1989. – 288 с.
24. Кузнецов, С.Д. Проектирование и разработка корпоративных информационных систем / С.Д. Кузнецов // Центр информационных технологий [Электронный ресурс]. – 2001. – Режим доступа: <http://www.citforum.ru/cfin/prcorpsys/index.shtml>. – Дата доступа: 01.05.2006.

Поступила 05.04.06

<sup>1</sup>*Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси,  
Минск, Сурганова, 6  
e-mail: mdl@newman.bas-net.by*

<sup>2</sup>*2-я Городская детская клиническая больница,  
Минск, Нарочанская, 17*

**D.L. Mozheyko, A.U. Anishchanka, E.V. Kilchevskaya**

### **CONSTRUCTION OF THE CONCEPTUAL MODEL OF CLINICAL DIAGNOSTIC LABORATORY**

A general description of simulation object, technological process of its work, input and output data is presented. Information objects (entities) and their relationships are allocated as a result of information stream analysis in clinical diagnostic laboratory (CDL). A conceptual model of CDL represented as the ER-diagram is offered. Representation of a laboratory test as separate entity is in a basis of the suggested approach. The paper is intended for developers of information systems of medical laboratories at stages of subject domain formalization and designing of logic and physical schemes of a database.