Г.И. Назаренко, Я.И. Гулиев,
Д.Е. Ермаков

МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Под редакцией
члена-корреспондента РАН
Г.И. Назаренко
и доктора физико-математических наук
Г.С. Осипова

МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ
2005

УДК 519.25
ББК 51.1
Н19

Назаренко Г. И., Гулиев Я. И., Ермаков Д. Е. **Медицинские информационные системы: теория и практика** / Под ред. Г. И. Назаренко, Г. С. Осипова. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 320 с. — ISBN 5-9221-0594-9.

В монографии затрагиваются различные аспекты применения информационных технологий в здравоохранении. Формулируются базовые понятия из области медицинского программного обеспечения и, в частности, медицинских информационных систем (МИС), рассматриваются основные функции и свойства этого класса систем, а также технологические требования, которым должны отвечать современные МИС, и перспективы их развития. Затрагиваются вопросы, связанные со стандартизацией в медицинской информатике, рассматриваются особенности медицинских данных и управления ими, архитектуры и стратегии разработки МИС. Отдельная глава посвящена автоматизации лабораторной деятельности и различным аспектам использования лабораторных информационных систем (ЛИС). В главе о технологии ИНТЕРИН рассказывается о практическом опыте построения интегрированной МИС. В заключение приводится обзор разработок в области медицинского программного обеспечения за период 2002–2004 гг.

Для специалистов по информационным технологиям медицинских учреждений, медицинских работников, разработчиков медицинских информационных систем, студентов, аспирантов.

© ФИЗМАТЛИТ, 2005
© Г. И. Назаренко, Я. И. Гулиев, Д. Е. Ермаков, 2005

ISBN 5-9221-0594-9

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редакторов 7
Введение 16

Глава 1. **Понятие медицинской информации** 20
1.1. Виды медицинской информации 21
1.2. Природа медицинских данных 23
1.3. Конфиденциальность медицинской информации 23
1.4. Неоднозначность медицинской информации 25
1.5. Проблемы в области представления медицинской информации 26

Глава 2. **Определение, функции и свойства МИС** 27
2.1. Общие понятия, термины, определения 27
2.2. Основные цели создания МИС 29
2.3. Диапазон требуемых функциональных возможностей МИС 30
2.4. Характеристики медицинского программного обеспечения (ПО) 34

Глава 3. **Общие технологические требования к МИС** 37
3.1. Интеграция информационных потоков 37
3.2. Синтез централизованных и распределённых технологий . . . 47
3.3. Компонентная архитектура 49
3.4. Открытость и поддержка стандартов 51
3.5. Масштабируемость и переносимость 57
3.6. Надёжность и отказоустойчивость 58
3.7. Обеспечение безопасности и конфиденциальности информации 63
3.8. Резюме 67

Глава 4. **Стандарты медицинской информатики** 68
4.1. Основные понятия и определения 68
4.2. Направления стандартизации в медицинской информатике . . 71
4.3. Стандартизация в здравоохранении России 91

Глава 5. **Варианты классификации медицинского ПО** 93

Глава 6. **История развития МИС** 98
6.1. Краткая историческая справка 98
6.2. История развития медицинских информационных систем в США 98
6.3. История медицинских информационных систем в СССР 121

Глава 7. **Перспективы развития МИС** 126
7.1. Интернет 126
7.2. Технологии распознавания речи и рукописного текста 130
7.3. Беспроводные технологии 133
7.4. Обеспечение сохранности данных 135
7.5. Серверы приложений и тонкие клиенты 137
7.6. Компоненты и объектные технологии 139
7.7. Вычисления корпоративного масштаба 141
7.8. Взгляд в будущее 143
7.9. Будущее медицинских компьютерных систем в здравоохранении США 150
7.10. Перспективы развития МИС в России 152

Глава 8. **Телемедицинские технологии в МИС** 154
8.1. Понятия телемедицины и телематики 155
8.2. Направления 156
8.3. История телемедицины 159
8.4. Стандарты телемедицины 162
8.5. Телемедицина и Интернет 163
8.6. Телемедицинские функции современных МИС 164
8.7. Текущее состояние и перспективы развития телемедицины за рубежом 166

8.8. Текущее состояние и перспективы развития телемедицины в России 171

Глава 9. **Особенности управления медицинскими данными** 176
9.1. Интерпретация медицинских данных 176
9.2. Специфика представления медицинских данных 177
9.3. Технологии управления данными 178
9.4. Реляционный и объектный подходы: за и против 180
9.5. Объектное моделирование 182
9.6. Объектно-реляционные системы управления базами данных 184

Глава 10. **Архитектура МИС** 187
10.1. Адаптивная архитектура 187
10.2. Архитектуры приложений 189
10.3. Резюме 206

Глава 11. **Проблемы архитектурной интеграции МИС** 209
11.1. Компонентная интеграция 211
11.2. Функциональная интеграция 212
11.3. Системная интеграция 212
11.4. Технологическая интеграция 215

Глава 12. **Стратегии разработки МИС** 217
12.1. Проблемы и ошибки применения компьютерных технологий 217
12.2. Модели и методы организации разработки программного обеспечения 218
12.3. Принципы структурного анализа 221
12.4. Проектирование данных 222
12.5. Этапы проектирования информационной системы 230

Глава 13. **Лабораторные информационные системы** 252
13.1. Определение и функции ЛИС 252
13.2. Актуальность автоматизации лабораторной деятельности . . . 253
13.3. История развития ЛИС 258
13.4. Требования к современной ЛИС 261
13.5. Экономические вопросы создания и эксплуатации ЛИС 270

Глава 14. **Интерин** 276
14.1. История 276
14.2. Исследования 278
14.3. Основные принципы построения МИС в технологии Интерин 280
14.4. Общесистемные механизмы 282
14.5. Практические задачи, выполняемые МИС в технологии Интерин в лечебно-профилактическом учреждении 288
14.6. Функциональные подсистемы 291
14.7. Общесистемные функциональные механизмы 303
14.8. Другие подсистемы 307
14.9. Концепции 308

Глава 15. **Обзор медицинского ПО: перечень программных продуктов и анализ их параметров** 309
15.1. Ресурсы по медицинскому ПО 309
15.2. Корпоративные МИС 310
15.3. Прочее медицинское ПО 314
Список литературы 317

Посвящается 10-летию проекта ИНТЕРИН

Предисловие редакторов

Эта книга адресована прежде всего врачам. Редакторы этой книги входили в коллектив, сформировавшийся ещё в середине 80-х годов и прошедший драматический путь, на котором мифы становились реальностями, а, казалось, многообещающие перспективы оборачивались глубокими разочарованиями. Читателям этой книги очень важно понять: информационные системы, о которых в ней пойдёт речь, — это *инструменты*. Чтобы заставить их работать, нужны профессионалы-медики, способные к всестороннему анализу своей деятельности в целях совершенствования лечебно-диагностического процесса — независимо от наличия или отсутствия у них информационных систем.

Повсеместное воодушевление по поводу информационных систем для клинической медицины, по-видимому, достаточно обоснованно.

Информационные системы стали проникать в клиническую медицину в период общего кризиса здравоохранения. Последнюю четверть XX века даже в западных странах растёт обеспокоенность недостаточной эффективностью медицинской помощи. С одной стороны, активно разрабатываются и применяются новые методы диагностики и лечения, с другой — по мере углубления клинических знаний медицина разбивается на множество узких специализаций. Кроме того, цены на медицинские услуги быстро растут, эффективность взаимодействия врачей и пациентов падает, безопасность пациентов не удаётся контролировать в должной мере. Например, согласно данным Национального комитета США по статистике в области медицины и здоровья населения (NCVHS, 1999 г.), на предотвратимые медицинские ошибки приходится 12–15 % затрат больниц, 80 % медсестёр в 10 % случаев ошибаются в расчёте дозы лекарств, 40 % медсестёр делают ошибки чаще, чем в 30 % случаев. Зарегистрировано более 180 тыс. предотвратимых смертей и 1,3 млн травм, связанных с медицинским вмешательством.

Ситуацию усугубляют такие факторы, как постарение населения, хронизация заболеваний (на лечение которых приходится примерно 40 % медицинской помощи), попытки контроля цен

на медицинскую помощь, растущие запросы населения — всё это обуславливает расширение сферы медицинских услуг. Есть основания считать, что информационные системы для клинической медицины будут играть главную роль в процессе выхода из кризиса. Это общепринятое мнение.

Доклад
Института медицины США
2001 г.

«Между медицинской помощью, которую мы можем оказывать с учетом уровня развития науки, и той, которую реально оказываем, существует не просто разрыв, а целая пропасть».

Что делать?

«Как преодолеть качественную пропасть: к новой системе здравоохранения XXI века»
Необходима глобальная реформа:
– перестройка клинических процессов
– информатизация
– совершенствование знаний и навыков

В докладе Института медицины США (2001) «Как преодолеть качественную пропасть: к новой системе здравоохранения 21-го века» («Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century») открыто и прямо говорится о сегодняшнем состоянии медицинской помощи в США: «Современные системы медицинской помощи неэффективны. Попытки трудиться сильнее — не сработают. Сработает лишь изменение системы». Институт медицины призывает реорганизовать систему здравоохранения на основе интегрированных информационных технологий, распределённых знаний, свободного обмена информации внутри системы. Чтобы сделать сегодняшнюю систему здравоохранения эффективной, нужна поистине революция. По мнению ВОЗ, информационные технологии в числе ключевых рычагов могут трансформировать медицину, подняв её из сегодняшнего разбитого состояния до такого, в котором искусство врачевания будет умножено на науку, коммерческие вопросы станут решаться не хуже, чем в торговых компаниях, и каждый пациент действительно станет центром внимания.

Информационные системы неизбежно должны изменить способ оказания медицинской помощи (иначе зачем мучиться?), а если они будут встроены в общую схему организации медицинской помощи, их влияние на систему здравоохранения в целом, безусловно, будет существенным. Оговоримся сразу: использование информационных систем для клинической медицины не заменит опыта и умений врача, а, напротив, повысит его роль, снабдит его знаниями и информацией, своевременной и в удобном формате, позволит сконцентрироваться на клинической работе, предоставит нужные знания в нужный момент, в нужном

месте и в требуемом объёме. И без сомнения, исключительная роль врача будет состоять в менеджменте знаний.

Конечно, некоторые врачи и медсёстры уже сегодня получают медицинские данные и знания в режиме on-line, и на рабочих столах у нескольких процентов европейских и американских докторов стоят терминалы, которые реально заменили бумажные носители. Но глубоко трансформирующего влияния информационных систем для клинической медицины на основные рабочие процессы (как это случилось с другими отраслями) в здравоохранении пока ещё не наблюдается.

По мнению большинства экспертов, в ближайшие 10 лет перспектива такова.

Инвестирование в информационные системы является ключевым условием выживания здравоохранения. Многочисленные факты говорят о том, что инвестирование в информационные системы даёт впечатляющую отдачу. Уровень инвестирования и развития технологий — это ключевой фактор, позволяющий отличить экономически эффективные больницы и медицинские объединения от нестабильных и катящихся к банкротству. Первые отличает «более строгий контроль над расходами, высокая продуктивность и эффективное управление ресурсами». В силу финансового отрыва высокотехнологичных больниц и медицинских объединений от более «отсталых» коллег, разница между ними становится всё более ощутимой. Экономическая устойчивость позволяет высокотехнологичным больницам реинвестировать доходы и всё активнее развивать технологии. Инвестиции в информационные системы для клинической медицины — это уже не дело вкуса, а производственная необходимость. Уже к 2005 г. «автоматизация здравоохранения будет обязательным требованием, а не отличительным признаком». Утверждается, что новые методы диагностики и лечения «повысят качество медицинской помощи», а успехи информатики дадут нам «ещё большие возможности» повышать «качество и эффективность медицинской помощи».

Комиссия по качеству медицинской помощи Института медицины США недавно констатировала, что недостаточное, избыточное или неправильное применение вмешательств и высокие показатели медицинских ошибок представляют собой «качественную пропасть», с которой нельзя больше мириться. Анализ комиссии был ограничен США, но сделанные выводы во многом справедливы и для медицины большинства стран. Главная задача состоит в разработке таких приложений и методов работы, которые постепенно приближают идеал высококачествен-

ной медицинской помощи, искореняют ошибки и неадекватное применение вмешательств, быстро реагируют на непредвиденные последствия, постоянно взвешивая все «за» и «против» новых шагов. На волнах технологической утопии рисуется будущее, в котором информационные системы решают сегодняшние самые важные социальные задачи. В прессе, в государственных докладах, в научной литературе и материалах конференций мы часто слышим о том, как телемедицина обеспечит высокий уровень медицинской помощи, помогая больным в затерянных уголках планеты. В интервью журналу «Time» врач говорит, что его больница уже готова к удалённой хирургии, при которой операцией у него в больнице будет руководить суперспециалист из академической клиники. Хотя возможно, что проще, безопаснее, эффективнее и дешевле физически переместить этого специалиста на 50 километров, разделяющих два учреждения.

В медицине особенно часто возникают «высокотехнологичные» утопии, которые обречены на то, чтобы не сбыться. Все слышали обещания, что информационные системы для клинической медицины будут «экономить деньги», «решат проблему нехватки кадров в здравоохранении», «обеспечат лучшее качество данных», «приобщат пациента», «помогут сократить число медицинских ошибок» и т. д. Мы прекрасно понимаем, что эти заявления следует воспринимать как декларации потенциального преимущества технологий, реализация которых совсем не очевидна. Информационные системы для клинической медицины — не чудодейственное средство: зачастую требуется много лет серьёзных капиталовложений, прежде чем дело дойдёт до экономии материальных ресурсов. И зачастую экономии вообще не получается, потому что меняются задачи, внедрение информационных систем для клинической медицины провоцирует новые повышенные требования, и далее всё сначала.

Понятно, что организационные преимущества не появляются автоматически после того, как распакованы и установлены компьютеры. Тем не менее, технологические утопии до сих пор владеют умами ответственных за принятие решений руководящих работников, заставляя их впустую и в огромных количествах расходовать мотивации и деньги — два самых важных ресурса любых организационных перемен. Очевидно, информационные технологии сами по себе не могут вызвать предсказуемых изменений без пристального внимания к методологическим решениям, направленным на эффективное внедрение новых технологий в медицинских учреждениях. Ещё раз подчеркнём, что:

1. Структура современных медицинских учреждений часто не подходит для использования новых технологий.
2. Несомненно, стареющее население и растущие потребности в новых услугах, технологиях и лекарствах вносят свою лепту в неуклонное повышение затрат на медицинскую помощь, но без повышения эффективности работы медицинские учреждения рискуют потратить впустую имеющиеся ограниченные ресурсы.
3. Исправление многих медицинских ошибок требует дополнительных медицинских вмешательств.
4. Сильно фрагментированная система медицинской помощи во многом лишена клинических знаний и информации, что приводит к плохо разработанным процессам, излишним вмешательствам и дублированию.

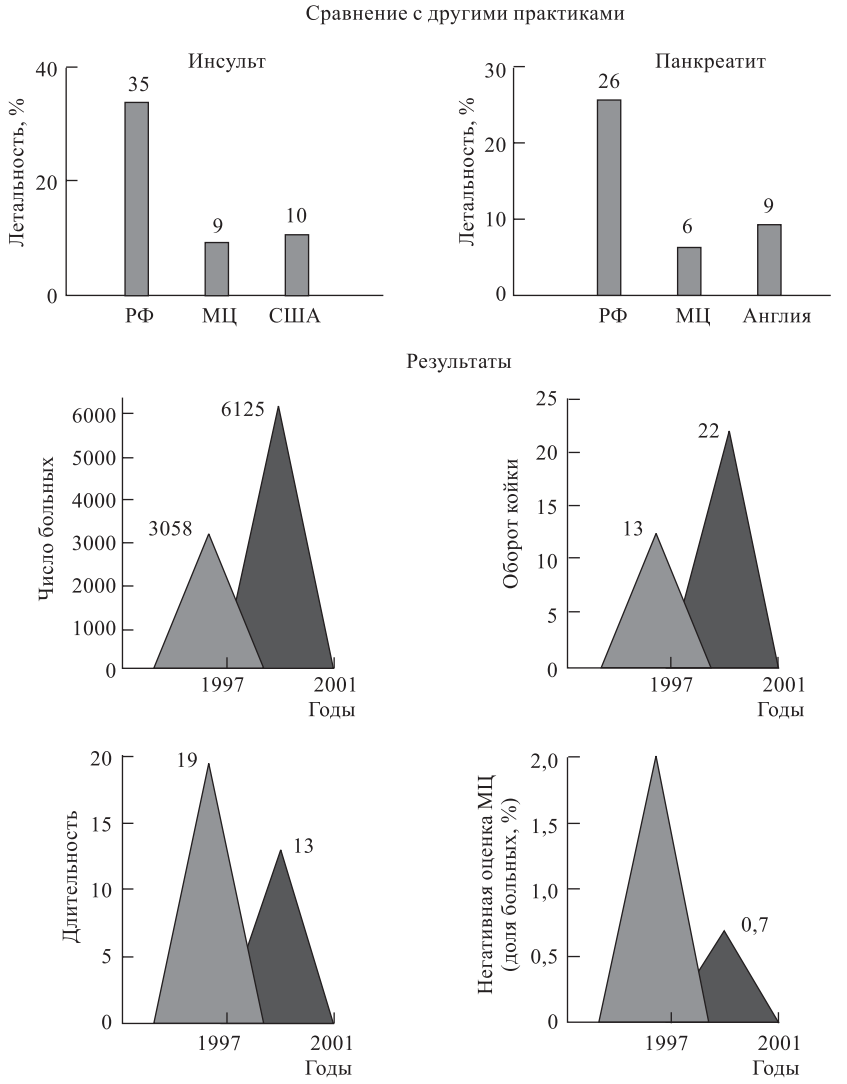
Для дальнейшего обсуждения кратко остановимся на собственном опыте использования интегрированной медицинской информационной системы, эксплуатируемой в промышленном режиме с 1996 г.

Информационная система Медицинского центра обеспечивает единую информационную среду, в которой врачи, средний медицинский персонал и руководители при постановке диагноза, выборе курса лечения, наблюдении за пациентом, выполнении лечебно-диагностических назначений тесно взаимодействуют друг с другом в едином технологическом процессе. Управление процессом осуществляется на основе использования мультимедиа-информации, включающей тексты, изображения, численные значения и т. п., обеспечивающей комплексное решение задач управления.

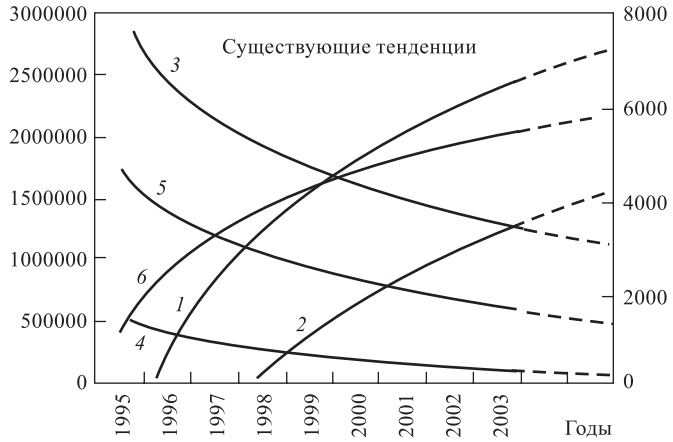
В базе данных системы в настоящее время хранится информация о более чем 30 тыс. прикреплённого контингента, включающая амбулаторные карты, около 30 тыс. историй болезни и более 300 тыс. протоколов диагностических исследований, полученных, в том числе, непосредственно от лабораторного оборудования. Система установлена на более чем 500 рабочих местах пользователей — участников лечебно-диагностического процесса. Всего в системе зарегистрировано более 1000 пользователей, при этом количество одновременно работающих пользователей в пиковые часы — свыше 350.

Ряд параметров системы приведён на рисунках.

Нам бы хотелось подчеркнуть, что система создана для многопрофильной больницы мощностью 300 коек. Это по структуре и задачам типовое лечебное учреждение, каких в стране подавляющее большинство.



Первые промышленные версии системы строились на основе автоматизированной истории болезни, которая содержала всю информацию о ведении больного — от осмотра в приёмном отделении и до выписки: планы диагностических мероприятий и лечения, записи опроса и осмотра пациентов, назначения, протоколы консультаций, дневниковые записи и записи о результатах проведения тех или иных диагностических мероприятий, историю постановки диагноза и т. д.



1 – Пролечено больных
2 – Суммарный выигрыш в койко-днях
3 – Средний койко-день
4 – Неудовлетворенность пациентов
5 – Расходы на ИС без учета инфляции
6 – Документооборот (байт/день)

Для того чтобы врач мог самостоятельно оперативно оценивать различные параметры оказания медицинской помощи и состояния пациента, информация о стандартных формах могла быть представлена в виде временного ряда. Система, по существу, выполняла функции пожизненной интегрированной медицинской карты, так как её органической частью являлся сегмент, охватывавший амбулаторно-поликлиническое звено (через удалённый доступ) и больницу восстановительного лечения.

Это уже реализовано, хотя на сегодняшний день большинство экспертов в мире не разделяют мнения о том, что через 10 лет единая, интегрированная медицинская карта, заполняемая в течение всей жизни человека, будет распространённой практикой. Оценка истории развития электронных медицинских карт за последние 40 лет даёт основания для такого пессимизма.

По прогнозу ВОЗ, через 10 лет не более 5 % больниц полностью перейдут на безбумажные технологии. Это даёт экспертам основание считать, что электронная история болезни как пожизненная виртуально интегрированная медицинская карта не утвердится к концу следующего десятилетия. Однако Министерство здравоохранения Дании, например, недавно пообещало, что будет иметь такую систему в 2007 г., аналогичные обещания прозвучали в других скандинавских странах и США.

Из уст сторонников создания автоматизированной истории болезни раздаются настойчивые доводы в пользу «терминологически однообразной документации». Мы рады поспорить с этим. Хотя крайне желательно использовать стандартную терминологию для общения машин и хотя серьёзные успехи были сделаны в этом отношении в области обмена данными для чётко определённых целей, мы весьма пессимистично смотрим на значение универсальной терминологии, охватывающей все дисциплины.

Конечно, похвально стандартизировать формат и содержание распечаток с лабораторными анализами или заключений по рентгенологическим снимкам, полезно стандартизировать терминологию кардиологов, онкологов и т. п., но, на наш взгляд, тщетно надеяться на создание универсальной терминологии для всех областей медицины (одинаково приемлемой, скажем, для врача общей практики, патолога и рентгенолога), и потому ставить такую цель бесполезно.

Причин тому несколько.

- Опыт медицинских дисциплин фундаментально различается. Врач общей практики не носит с собой микроскоп, а патолог редко имеет дело с признаками человеческих страданий и эмоциями, которые являются основой профессионального опыта терапевта. Точно так же опыт рентгенолога имеет мало общего с тем, с чем сталкиваются в работе терапевт и патолог. Хотя все три специалиста используют один и тот же термин «гастрит», терапевт никогда не видит гистологических признаков воспаления слизистой, а рентгенолог в рамках светлых и тёмных полутонов рентгеновских снимков совершенно отстранён от характера болевых ощущений пациента.
- Те же принципы применимы ко всем другим специальностям и специализациям. Пропаганда универсальной терминологии только усилит неадекватное использование терминов. Результатом будет ухудшение точности значений терминов и, следовательно, построенной на их основании статистики. Статистика будет отражать языковые характеристики и документальные привычки, а не объективные явления и факты, причём в большей степени, чем это существует сейчас.

Имеет ли всё это какое-либо отношение к развитию информационных систем для клинической медицины? Разумеется, да! Чем тратить силы и средства на разработку и распространение стандартной терминологии, не лучше ли подумать о гибком подходе, позволяющем адаптивно характеризовать медицинские

концепции и переадресовывать их от одной специальности или информационной системы к другой. Такую попытку стоит предпринять, даже если задача окажется труднее, чем «стандартизация», и даже если принятые решения не получат всеобщего признания в течение ближайших лет, а то и десятилетий.

Логично возникает вопрос: откуда показанные выше результаты — экономические и качественные, почему в целом просматривается отчётливый оптимизм, который отражает мнение солидного творческого коллектива?

Только когда внедрение информационных систем в клиническую медицину сочетается с реорганизацией клинического процесса, возникают широкие возможности не только для увеличения продуктивности, но и для выработки новых решений. Вряд ли следует «мостить коровью тропу» — простая автоматизация непроизводительного ручного процесса часто означает сохранение всей его неэффективности. Внимательный анализ имеющихся клинических процессов и возможностей их совершенствования позволяет достичь решающего успеха: рационализации процессов, устранения непродуктивности, снижения организационных затрат, повышения качества.

Организационные изменения требуют внедрения новых технологий, а внедрение новых технологий требует организационных изменений. Существенно здесь то, что эти два явления не могут рассматриваться в отрыве друг от друга. Этот феномен имеет глубинные профессиональные, социальные и организационные причины.

Информационные системы для клинической медицины глубоко трансформируют методы управления. Эффективная технология работы необходима для любого учреждения. Для лечебных заведений это ещё более важно из-за возрастающих требований к результативности и экономической эффективности, соблюдению равновесия между сдерживанием цен и повышением качества.

Таким образом, информационные технологии — мощнейший инструмент, который может стать эффективным, если реорганизовать сам технологический процесс, точнее, создать его и управлять им с помощью системы. Эта задача является главной, и её решению служит инструмент, о котором идёт речь в книге.

Г. И. Назаренко, Г. С. Осипов

Введение

Мы являемся современниками очередной промышленной революции, вызванной бурным развитием в последние годы информационных и коммуникационных технологий. Результатом её стало появление нового предмета труда и нового вида продукции — информации как таковой. Именно поэтому эта революция получила название информационной.

Налицо симптомы сдвига фундаментальной парадигмы научно-технической революции. Изменения в технологии и производстве происходят настолько быстро, что создаётся впечатление хаотичности и неорганизованности. Классические теории управления оказываются неспособными вынести нагрузку непрерывно возрастающих объёмов информации.

Возник термин «эпоха информации», который, с одной стороны, демонстрирует, что информация становится движущей силой НТР, а с другой стороны, выражает тенденцию современного человека мыслить в терминах информационной метафоры. Причём наиболее замечательной тенденцией информационной революции является тенденция возрастания темпов её развития.

В период электронного представления информации индустриальная революция предлагает технологию управления информацией, основанную на глобальных коммуникациях. Компьютерные системы становятся орудием труда, для которого предметом и результатом выступает информация, а коллективный доступ к этой информации становится самым распространённым способом организации производства. Таким образом, назначение компьютерных систем постепенно смещается от автоматизации ручного труда отдельных работников к информатизации деятельности всего персонала. Информация превращается в главный корпоративный ресурс.

Что касается медицины, то обеспечение своевременного доступа к информации становится критичным, когда речь идёт о жизни людей. Владение нужной информацией, актуальной или исторической, — часто единственное, чего не хватает врачу, чтобы своевременно и квалифицированно оказать пациенту необходимую медицинскую помощь. Рутинный документооборот, утерянные копии документов, территориально разнесённая инфор-

мация об одном и том же пациенте, отсутствие квалифицированных методов поиска — всё это отнимает у медицинских специалистов время и энергию и значительно снижает эффективность их деятельности. Кроме того, объёмы информации, которые врач должен постоянно держать в памяти, чтобы быть способным оценить состояние каждого пациента, безусловно, огромны. Когда же объём обрабатываемой информации превышает значение некоторого критического параметра, индивидуального для каждого человека, упорядочение и систематизация этой информации становятся невозможными. Для сохранения способности обрабатывать непрерывно возрастающие объёмы данных необходим переход к новому способу сбора и обработки информации, который можно рассматривать как некоторую индивидуальную информационную революцию, результатом которой должно стать начало использования в профессиональной деятельности специалиста нового инструмента — информационной системы.

Попробуем определить, что понимается под информационной системой.

Официальное определение понятия «информационная система» дано в «Федеральном законе об информации, информатизации и защите информации» (N24-ФЗ, принят Государственной Думой 25.01.95 г., подписан Президентом РФ 20.02.95 г.): «Информационная система — организационно упорядоченная совокупность документов (массивов документов) и информационных технологий, в том числе с использованием средств вычислительной техники и связи, реализующих информационные процессы».

В рамках этой книги будем использовать следующее определение: «Информационная система — это комплекс методологических, программных, технических, информационных и организационных средств, поддерживающих процессы функционирования информатизируемой организации».

При разработке такой информационной системы необходимо уделить внимание целому ряду важных моментов, среди которых видное место занимают:

- детальный анализ структуры организации и механизмов взаимодействия между различными участниками внутренних и внешних процессов;
- планирование программных и аппаратных средств и ресурсов, необходимых для работы системы;
- детальный расчёт ресурсов, необходимых для разработки и сопровождения системы;
- необходимость реализации средств использования информации из информационных систем и программных ком-

плексов учреждения, использовавшихся в нём до начала разработки системы (унаследованных информационных систем).

Подобные рекомендации, конечно, могут помочь разработчику построить более или менее рациональную модель медицинской информационной системы на достаточно высоком уровне абстракции. Однако условия реального мира столь многообразны, а число комбинаций различных параметров в каждом частном случае столь велико, что никакая даже самая детальная методология не в состоянии понизить абстракцию этой идеализированной модели до уровня, приемлемого для разработки конкретной системы. Поэтому авторы данной книги не ставили себе целью дать читателю в руки готовый инструмент для разработки медицинских информационных систем. Именно в силу сложности и неоднозначности предметной области, именно в силу ответственности за здоровье других людей, которая косвенно ложится на разработчика медицинской информационной системы, специфика медицинской информатики такова, что методология разработки каждой конкретной информационной системы должна определяться именно теми условиями, в которых эта система будет эксплуатироваться. Именно поэтому в мире до сих пор не существует ни одной успешной универсальной медицинской системы, которая использовалась бы без каких-либо модификаций в нескольких лечебных организациях, подобно, например, финансовым приложениям, офисным системам или системам автоматизации производственных процессов. Существующие так называемые серийные медицинские системы универсальны лишь в некоторой степени и обязательно обеспечивают при этом возможности настройки для адаптации к требованиям каждой конкретной медицинской организации.

Другой особенностью медицинской информатики является многообразие аспектов понимания медицинской информации. Так, существует множество способов классификации моделей, методов и принципов, использующих каждый свою терминологию. Однако ни один из этих способов классификации не обладает свойствами полноты и целостности, так как представляет собой всего лишь срез предметной области в одной из множества возможных плоскостей. В пределах своей плоскости многие из существующих методов действительно обладают полнотой и целостностью, действительно реализуют комплексный подход к пониманию решаемых проблем, однако всякий раз огромные массивы информации, огромное число аспектов, не лежащих в пределах освещаемой плоскости, остаются неучтёнными, не

позволяя классификатору претендовать на абсолютную объективность его рекомендаций.

Именно поэтому авторы книги постарались изложить информацию, учитывая по возможности все точки зрения, указав их сильные и слабые стороны и ограничиваясь своими рекомендациями только в тех случаях, когда преимущества какой-либо одной модели явно превалируют над другими.

В течение последних 15 лет Россия переживает период серьёзной перестройки социальной и экономической инфраструктуры, сопровождающейся в первую очередь перераспределением различных ресурсов: человеческих, материальных и духовных. Этот период оказался очень сложным для страны, однако тенденции, которые стали явственно заметны в последнее время, говорят о том, что значение этой перестройки гораздо более важно, чем просто расстановка новых акцентов над старой схемой. Символично, что именно в этот период Россия открывает для себя достижения медицинской информатики, ведь назначение этой области, находящейся на пересечении информационных и медицинских технологий, — воспроизводство и восстановление человеческих ресурсов на основе новых технологических достижений. Именно человеческие ресурсы стали для России сейчас, безусловно, самым критическим показателем, который должен в первую очередь учитываться при разработке стратегии планирования дальнейшего развития страны. В этом свете подготовка квалифицированных специалистов в области медицинской информатики, так же как и ознакомление всех желающих с её основными принципами и методами, становится особенно важной задачей.

Эта книга является обзором ряда разделов медицинской информатики, предлагая читателю краткое систематизированное изложение различных аспектов построения медицинских информационных систем. Кроме того, значительная часть настоящей книги посвящена рассмотрению существующих предложений на рынке медицинского программного обеспечения.

Глава 1

ПОНЯТИЕ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

В данной главе рассматривается основной предмет медицинской информатики, а именно медицинская информация. Даётся её определение, приводится классификация видов медицинской информации и определяются их свойства.

Любая деятельность человека представляет собой процесс сбора и переработки информации, принятия на её основе решений и их выполнения. С появлением современных средств вычислительной техники информация стала выступать в качестве одного из важнейших ресурсов научно-технического прогресса.

Понятие информации является одним из базовых общенаучных понятий. Поэтому дать точное определение информации через другие понятия невозможно. Содержание основных базовых понятий в каждой науке должно быть пояснено на примерах или выявлено путём его сопоставления с содержанием других понятий.

Существует множество определений информации. Например, общая теория информации определяет её так [Янковский, 2000]: «*Любое взаимодействие между объектами, в процессе которого один приобретает некоторую субстанцию, а другой её не теряет, называется информационным взаимодействием. При этом передаваемая субстанция называется Информацией.*»

Философское определение информации, данное Н. Винером [Винер, 1968]: «*Информация есть информация, а не материя и не энергия.*»

Простое и понятное каждому определение информации даётся в [Ожегов и Шведова, 1999]: «*Информация — это:* 1) *сведения об окружающем мире и протекающих в нём процессах;* 2) *сообщения, осведомляющие о положении дел, о состоянии чего-либо.*»

Наряду со множеством определений понятия информации существует множество классификаций информации, одна из которых приведена для примера в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Виды информации

По способам восприятия	По форме представления	По общественному значению	
Визуальная Аудиальная Тактильная Обонятельная Вкусовая	Текстовая Числовая Графическая Звуковая	Массовая Специальная Личная	Обыденная Общественно-политическая Эстетическая Научная Производственная Техническая Управленческая Знания, умения Прогнозы, планы Чувства, интуиция

Как было показано выше, существует множество определений и классификаций информации. В современной литературе за словосочетанием «медицинская информация» скрывается два понятия. Медицинская информация в широком смысле — это любая информация, относящаяся к медицине. А в узком смысле — это информация, относящаяся непосредственно к человеку как к пациенту, то есть информация о его здоровье, особенностях организма, перенесённых заболеваниях и т. д. В последнее время термин «медицинская информация» всё чаще употребляется именно в узком смысле. Далее в тексте мы будем придерживаться именно такого понимания медицинской информации.

1.1. Виды медицинской информации

Все виды медицинской информации можно разделить на четыре основные группы:

1. алфавитно-цифровая информация;
2. визуально-графическая информация:
   а) статическая;
   б) динамическая;
3. звуковая информация;
4. комбинированные виды информации.

АЛФАВИТНО-ЦИФРОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Алфавитно-цифровая информация является основой почти всех форм печатных и рукописных документов (кроме случаев, когда документ представляет собой график или схему). Она составляет большую содержательную часть медицинской информации.

СТАТИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛЬНО-ГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

К этой категории медицинской информации относятся различные изображения (рентгенограммы, эхокардиограммы и т. д.). В зависимости от технических средств и других особенностей полученная информация может быть *серошкальной* (например, рентгеновское изображение) или *цветной* (например, эндоскопическое изображение).

ДИНАМИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ (ВИДЕО)

Примерами подобной информации являются походка пациента, мимика или судороги, сухожильные рефлексы, реакция зрачка на свет, генерируемое диагностическим оборудованием динамическое изображение.

ЗВУКОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Звуковая информация включает речь, усиленные электронным способом естественные звуки человеческого организма и звуковые сигналы, генерируемые медицинским оборудованием.

Примерами речевой информации являются комментарий лечащего врача, речь пациента с неврологической или психической патологией, речь пациента с патологией гортани.

Примерами звуковых сигналов, генерируемых медицинским оборудованием, являются допплеровские сигналы кровотока при эхокардиографии, флоуметрические сигналы, сигналы от фетальных мониторов и др.

Некоторые виды или отдельные случаи звуковой информации могут входить в состав комбинированных видов медицинской информации (например, в сочетании с визуально-графической информацией).

КОМБИНИРОВАННЫЕ ВИДЫ ИНФОРМАЦИИ

Комбинированной называется медицинская информация, представляющая собой любую комбинацию алфавитно-цифровой, визуально-графической и звуковой информации.

Наиболее «наглядным» комбинированным видом информации является сочетание динамической визуальной информации со звуковой. Однако на практике широко применяются и другие сочетания: например, статической визуальной информации со звуковой, статической визуальной информации совместно с алфавитно-цифровой и прочие.

1.2. Природа медицинских данных

В медицинской практике часто используются выражения «сбор данных» или «получение информации». Эти выражения могут трактоваться неверно на основе предположения, что медицинская информация содержится в реальном мире в состоянии доступности для использования её в диагностических или лечебных целях. На самом деле некоторые объективные параметры, такие как биологическая дозировка, могут интерпретироваться или, другими словами, становиться информацией только в контексте, например, мотивации назначения, условий получения образца крови, используемого для измерений метода, и так далее. Симптом клинический или радиологический признак — это результат комплексного процесса принятия решений. Медицинские специалисты постоянно должны рассматривать одну или несколько гипотез и искать элементы, подтверждающие или отвергающие каждую из них. Оставшиеся гипотезы должны быть взяты за основу для получения комплексной информации и для принятия решения.

Следовательно, медицинская информация как таковая существует только в интерпретируемой среде и должна постоянно обновляться, чтобы избежать диагностических и терапевтических ошибок. Возникающие у врачей гипотезы определяют направление сбора данных и критерии оценки «полезности» информации. Субъективность играет преобладающую роль в медицине. Эта ситуация частично объясняет неисчерпаемую природу медицинской информации. Информация может отсутствовать потому, что пациенту не был задан вопрос, или потому, что ответ пациента не был записан. Так, в литературе отмечается [Bentsen, 1976], что до 40 % проблем, идентифицированных в ходе исследований, были связаны с тем, что медицинская информация не была корректно сохранена.

Следовательно, оценка качества медицинских данных очень важна и должна в первую очередь позволять оценить их информационное значение.

1.3. Конфиденциальность медицинской информации

Характерной особенностью медицинской информации является её конфиденциальность. Права граждан на конфиденциальность информации о факте обращения за медицинской помощью и иных передаваемых ими при обращении за медицинской

помощью сведений, на информированное добровольное согласие как предварительное условие для медицинского вмешательства и отказ от него установлены Основами законодательства РФ об охране здоровья граждан от 22.07.93 № 5488-1 [Постановление N 5488-1].

Этические нормы и правила обращения с медицинской информацией также регламентируются «Этическим кодексом российского врача» [Кодекс, 1994].

В соответствии со ст. 30 «Права пациента» Основ, при обращении за медицинской помощью и её получении пациент имеет право на сохранение тайны информации о факте обращения за медицинской помощью, о состоянии здоровья, диагнозе и иных сведений, полученных при его обследовании и лечении, в соответствии со ст. 61 Основ, а также на выбор лиц, которым в интересах пациента может быть передана информации о состоянии его здоровья (п. 6.9 ст. 30).

Статьёй 31 «Права граждан на информацию о состоянии здоровья» установлено, что информация, содержащаяся в медицинских документах гражданина, составляет врачебную тайну и может предоставляться без согласия гражданина только на основаниях, предусмотренных ст. 61 Основ. Также эта статья утверждает, что каждый гражданин имеет право в доступной для него форме получить информацию о состоянии своего здоровья, включая сведения о результатах обследования, наличии заболевания и прогнозе, методах лечения, связанном с ними риске, возможных вариантах медицинского вмешательства и их последствиях и результатах лечения.

Согласно ст. 61 «Врачебная тайна», информация о факте обращения за медицинской помощью, о состоянии здоровья гражданина, диагнозе и иные сведения, полученные при его обследовании и лечении, составляют врачебную тайну. Гражданину должна быть подтверждена гарантия конфиденциальности передаваемых им сведений. С согласия гражданина или его законного представителя допускается передача сведений, составляющих врачебную тайну, другим гражданам, в том числе должностным лицам, в интересах обследования и лечения пациента, для проведения научных исследований, публикаций в научной литературе, использования этих сведений в учебном процессе и иных целях (ч. 3, 4 Основ).

Предоставление сведений, составляющих врачебную тайну, без согласия гражданина или его законного представителя допускается:

— в целях обследования и лечения гражданина, неспособного из-за своего состояния выразить свою волю;
— при угрозе распространения инфекционных заболеваний, массовых отравлений и поражений;
— по запросу органов дознания и следствия, прокурора и суда в связи с проведением расследования или судебным разбирательством;
— в случае оказания помощи несовершеннолетнему в возрасте до 15 лет для информирования его родителей или законных представителей;
— при наличии оснований, позволяющих полагать, что вред здоровью гражданина причинён в результате противоправных действий.

Право граждан на конфиденциальность передаваемых ими сведений при получении медицинской помощи, а также иной информации, составляющей врачебную тайну, порождает ответственность медицинских работников и иных лиц за её разглашение. Эта ответственность может быть административной, дисциплинарной или уголовной в соответствии с законодательством РФ, республик в составе РФ.

1.4. Неоднозначность медицинской информации

Уровень, на котором медицинские наблюдения можно оценивать как успешные, зависит от методов, используемых для измерения (аналитическая неоднозначность), операторов, или тех, кто производит наблюдение (интра- и интероператорная неоднозначность), и объекта наблюдения (интра- и интериндивидуальная неоднозначность). Связь между различными типами неоднозначности показана на рис. 1.1 [Degoulet and Fieschi, 1997].

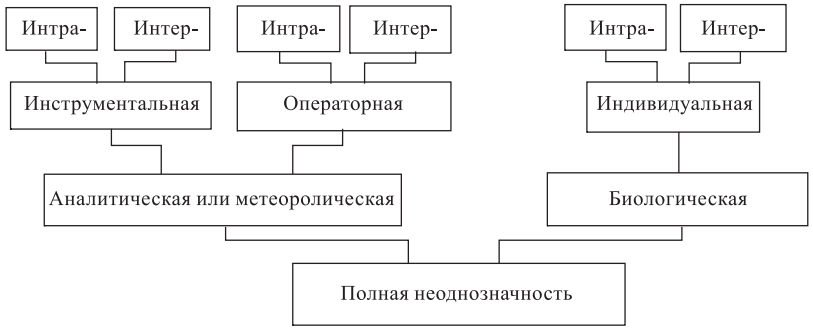


Рис. 1.1. Источники неоднозначности медицинской информации

Медицинские данные не всегда обеспечивают актуальную информацию и не могут служить для однозначной идентификации заболевания. Результаты измерений (значения медицинских переменных) могут отклоняться от актуальных (реальных) значений из-за неточности и/или погрешности (см. рис. 1.2).

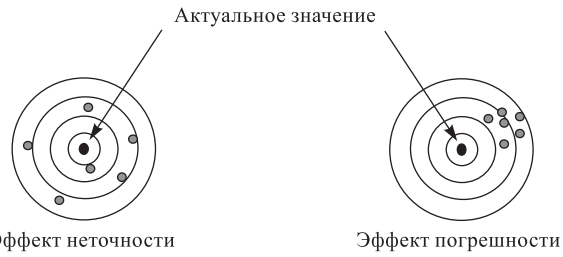


Рис. 1.2. Эффект отклонения значений медицинских переменных

Точность измерения клинической информации установить сложно, так как она в значительной степени, прямо или косвенно, зависит от точки зрения врача на каждый клинический случай.

1.5. Проблемы в области представления медицинской информации

Согласно статье [Мартынихин, 2001], можно выделить следующие основные проблемы в области представления медицинской информации:

- большое количество не связанных между собой специализированных терминологических систем;
- различия в толковании используемых понятий и терминов;
- недостаточное внедрение технологий отражения семантического значения терминов;
- трудности с повторным использованием кодированных данных в различных медицинских контекстах.

Глава 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ФУНКЦИИ И СВОЙСТВА МИС

Целью настоящей главы является формулировка базовых понятий из области медицинского программного обеспечения и, в частности, медицинских информационных систем (МИС), а также основных функций и свойств последних.

2.1. Общие понятия, термины, определения

В широком смысле понятие «система» можно определить как множество взаимосвязанных элементов. Далее мы будем использовать это понятие в более узком смысле: с точки зрения прикладной науки, системой является совокупность средств, организованных по определённому принципу для выполнения поставленной задачи.

Конкретная система может характеризоваться с точки зрения:

— решаемой задачи;
— средств обеспечения, необходимых для решения поставленной задачи;
— процессов (алгоритмов) преобразования поступающих исходных данных в требуемый результат.

Информационная система — это комплекс методологических, программных, технических, информационных и организационных средств, поддерживающих процессы функционирования информатизируемой организации.

В зависимости от того, функционирует ли она самостоятельно (без участия человека) или нет, т. е. является ли человек звеном этой системы, информационная система может быть *автоматической* или *автоматизированной*.

Автоматизированная информационная система обеспечивает возможность выполнения как ручных, так и автоматизированных процессов — пользователь (оператор) и компьютерные средства работают сообща с целью обработки и дальнейшего использования входной информации.

Рис. 2.1. Декомпозиция автоматизированной информационной системы

Поскольку лечебно-диагностический процесс не может протекать без участия человека (врача), в дальнейшем мы будем иметь в виду только автоматизированные компьютерные системы, или просто автоматизированные системы.

Внедрение в медицинскую практику и развитие компьютерного аппаратно-программного обеспечения будем называть *автоматизацией лечебно-диагностического процесса*.

Медицинская автоматизированная информационная система (МИС) представляет собой совокупность программно-технических средств, баз данных и знаний, предназначенных для автоматизации различных процессов, протекающих в лечебно-профилактическом учреждении [Гусев и др., 2002].

Система обеспечивает потребность медицинского и управляющего персонала в систематической информации по различным аспектам деятельности для принятия решений, способствующих достижению целевой функции — повышению качества оказания медицинской помощи. Подробнее о целях создания МИС говорится в следующем пункте главы.

Автоматизированное рабочее место (АРМ) — рабочее место врача, оснащённое вычислительной техникой и программным обеспечением для сбора, хранения, обработки медицинской информации, используемое им в качестве интеллектуального инструмента при принятии диагностических и лечебных решений.

Открытые медицинские информационные системы. Определение «открытые» применительно к медицинским информационным системам означает, что в них реализованы процедуры обмена медицинскими и экономическими документами с другими системами, удовлетворяющие общепринятым и опубликованным правилам и стандартам. В идеале две открытые медицинские информационные системы могут взаимодействовать без всяких дополнительных усилий со стороны их разработчиков. Подчеркнём, что *открытость* систем в данном случае отнюдь не означает общедоступность хранящейся в них информации. Хозяева каж-

дой системы сами решают, какую информацию можно, а какую нельзя передавать в другие учреждения.

Для реализации концепции открытых медицинских информационных систем необходимо предварительно разработать правила и стандарты их взаимодействия. Таким образом, сложность разработки медицинских информационных систем переносится в другую плоскость и адресуется другим специалистам: если при разработке интегрированных систем голову приходилось ломать в основном специалистам с техническим образованием, то теперь ответственность в большей мере возлагается на экспертов, хорошо знающих предметную область здравоохранения и владеющих методами формализации её описания [Емелин и др., 1998].

2.2. Основные цели создания МИС

Главная цель информатизации здравоохранения в целом может быть сформулирована следующим образом [Концепция информатизации здравоохранения]: создание новых информационных технологий на всех уровнях управления здравоохранением и новых медицинских компьютерных технологий, повышающих качество лечебно-профилактической помощи и способствующих реализации основной функции охраны здоровья населения — увеличению продолжительности активной жизни.

Несомненно, повышение качества лечебно-профилактической помощи является важнейшей целью информатизации здравоохранения на всех его уровнях, в том числе и на уровне конгломерата учреждений здравоохранения, и в рамках отдельного лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ). Соответственно, это является основной задачей любой МИС.

Помимо обозначенной основной цели, перед корпоративной МИС стоит ещё ряд взаимосвязанных и весьма важных задач, среди которых можно отметить следующие:

- создание единого информационного пространства, непосредственными следствиями чего являются ускоренный доступ к информации, повышение качества медицинской документации и т. д.;
- мониторинг и управление качеством медицинской помощи и как результат — снижение вероятности врачебной ошибки, устранение избыточности назначений и многое другое;
- повышение прозрачности деятельности медицинского учреждения (комплекса учреждений) и эффективности принимаемых управленческих решений;

— анализ экономических аспектов оказания медицинской помощи — очень важная задача для отечественного здравоохранения, переходящего на коммерческую основу;
— сокращение сроков обследования и лечения.

Далее рассмотрим функциональные возможности современных корпоративных МИС как класса и убедимся, что эти возможности по многим позициям уже реально приближаются к заявленным потребностям, а кое-где и перекрывают их.

2.3. Диапазон требуемых функциональных возможностей МИС

Диапазон требуемых функциональных возможностей МИС в первую очередь определяется решением задач, обозначенных выше. К числу основных возможностей относятся:

— сбор, регистрация, структуризация и документирование данных;
— обеспечение обмена информацией и создание информационного пространства;
— хранение и поиск информации;
— статистический анализ данных;
— контроль эффективности и качества оказания медицинской помощи;
— поддержка принятия решений;
— анализ и контроль работы учреждения, управление ресурсами учреждения;
— поддержка экономической составляющей лечебного процесса;
— обучение персонала.

СБОР, РЕГИСТРАЦИЯ, СТРУКТУРИЗАЦИЯ И ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ ДАННЫХ

Одной из основных функций МИС является *сбор информации* [Рузайкин, 2001], которому предшествует получение первичных данных о пациенте в результате его осмотра или автоматически с помощью специального оборудования для регистрации состояния больного (принципиально такую информацию можно полагать технологической) и, наконец, из других специализированных МИС (например, по фармакопее, анестезиологии и др.).

В большинстве случаев в информационных системах, особенно когда объём поступающей информации, предназначенной для сбора и обработки, очень велик, проводится её *структурирова-*

ние и *стандартизация* с целью применения к этой информации компьютерных технологий, например: формирование врачебных заключений по выполненным исследованиям, подготовка протоколов операций и исследований, контроль выполнения назначений и прохождения лабораторных образцов, составление расписаний и запись на приём к врачу, планирование нагрузок на медицинский персонал и пациента и т. д.

На основе автоматизации процессов управления регистрация и документирование данных позволяют ускорить процесс обработки информации, планировать использование дорогостоящего оборудования, сократить время нахождения пациента в стационаре, оперативно контролировать ход лечения и снизить риск осложнения заболевания.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ И СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

Основным держателем собранной клинической информации о пациенте являются медицинская карта стационарного больного «история болезни» и медицинская карта амбулаторного больного «амбулаторная карта», которые можно объединить под общим названием «медицинская карта больного». Одним из основных недостатков традиционной системы регистрации медицинских документов на основе бумажного документооборота является невозможность одновременного доступа к сведениям о пациенте для различных специалистов.

Использование компьютерных сетей и автоматизированных систем регистрации и документирования медицинских данных позволяет осуществлять *одновременный доступ врачей к различной необходимой информации*, а также *контроль ведения медицинской документации*.

Большие объёмы вычислений, связанные с количественной оценкой информации в системе, требуют *включения в МИС разнообразных приложений* [Рузайкин, 2001]. Современные МИС работают в сети, поэтому при их эксплуатации пользователи могут иметь доступ к распределённым БД или другим разнообразным информационным ресурсам, в том числе и находящимся в сети Интернет.

Существенное расширение круга оборудования, используемого в здравоохранении, и повышение качества медицинского обслуживания приводят к *включению в ресурс МИС дополнительной информации*.

ХРАНЕНИЕ И ПОИСК ИНФОРМАЦИИ

Хранение данных о пациентах в единой БД позволяет провести быстрый и эффективный поиск необходимых сведений и избежать дублирования информации при повторных обращениях за медицинской помощью.

Электронные архивы медицинских карт существенно облегчают и ускоряют подготовку рутинных отчётов и могут служить основой для использования алгоритмов интеллектуального анализа данных с целью поиска закономерностей [Рузайкин, 2001].

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

Обработка статистической информации позволяет врачам и руководителям учреждения в удобной обобщённой форме рассчитывать интересующие характеристики и представлять их в наглядной форме для анализа.

КОНТРОЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

Внедрение компьютерных систем для осуществления контроля над важнейшими этапами процесса лечения со стороны руководителей или более опытных специалистов может существенно повысить качество медицинской помощи, оказываемой пациентам лечебного учреждения, и снизить риск осложнений заболевания.

Контроль может осуществляться как за соблюдением стандартной технологии ведения больного, так и за действиями при обнаружении опасного симптома или совокупности симптомов, наличии аллергии у пациента, несовместимости лекарственных препаратов, назначаемых больному, и т. п.

Внедрение компьютерных систем контроля за ходом лечебно-диагностического процесса позволяет преобразовать его в технологический медицинский процесс и, следовательно, способствует обеспечению своевременности и эффективности лечебных и диагностических мероприятий, повышению качества принимаемых решений.

Информационная система должна предоставить инструментарий, позволяющий организовать:

- сбор сведений и оценку результатов оказания медицинской помощи, необходимых для эффективного лечения, профилактики и реабилитации;
- сбор и оценку сведений о соблюдении стандартов оказания медицинской помощи, т. е. об использующихся медицинских технологиях;

— сбор и оценку сведений о ресурсном обеспечении ЛПУ.

Таким образом, организуется управление качеством структуры, процесса и результата — тремя составляющими качества медицинской помощи.

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Одной из важнейших задач медицинских информационных систем является поддержка принятия решений по оказанию медицинской помощи пациентам. В основном выделяют следующие четыре вида поддержки принятия решений:

— предупреждение специалистов о возникновении угрожающей ситуации;
— критический анализ ранее принятых решений;
— предложения по лечебным мерам в ответ на запросы медиков;
— ретроспективные обзоры с целью обеспечения контроля за качеством лечения.

Каждый из перечисленных видов поддержки принятия решений важен в медицинской практике. Системы поддержки принятия решений позволяют значительно повысить качество оказываемой медицинской помощи.

АНАЛИЗ И КОНТРОЛЬ РАБОТЫ УЧРЕЖДЕНИЯ, УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ УЧРЕЖДЕНИЯ

Перевод лечебно-диагностического процесса на экономическую основу, появление в здравоохранении страховых организаций и фондов обязательного медицинского страхования (ОМС), отслеживающих целесообразность расходования финансовых средств, вынуждают каждое ЛПУ оперативно анализировать и контролировать свою работу, планировать расходы и сокращать нерациональное использование ресурсов. Для достижения этих целей в рамках корпоративной МИС должно быть реализовано множество механизмов, позволяющих решать спектр соответствующих задач, таких как:

— оперативное получение информации о балансах счетов всех видов;
— всесторонний анализ бюджета ЛПУ (статистический, вариационный и т. д.);
— поддержка взаимоотношений с банками;
— ведение реестра имущества и фондов;
— составление расписания использования имеющихся ресурсов (кадры, помещения, аппаратура, медикаменты и т. д.).

Приведённый перечень, конечно, далеко не полон, но даже он позволяет оценить глубину и многогранность задачи оптимизации деятельности современного медучреждения.

ПОДДЕРЖКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЛЕЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Использование корпоративной информационной системы, помимо прочих преимуществ, позволяет учитывать все оказанные пациентам медицинские услуги и определять их себестоимость. Сравнение фактической нагрузки с плановой пропускной способностью позволяет оценить величину упущенной выгоды от недозагрузки мощностей учреждения. Сравнение себестоимости лечения пациента с полученной за это лечение платой определяет доход ЛПУ от каждого лечебного случая.

Помимо этих базовых экономических возможностей, некоторые развитые МИС обеспечивают дополнительную функциональность по работе с пациентами вплоть до ведения минибанковской системы с лицевыми счетами, кредитами и т. п.

Кроме того, современная МИС может предоставлять возможности по учёту экономических аспектов деятельности, не относящихся напрямую к лечебному процессу (амортизация оборудования и фондов, деятельность хозслужб и т. д.).

ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА

Быстрый рост и накопление новых знаний в области медицины, а также усложнение самого процесса лечения породили потребность в непрерывном обучении. В настоящее время в распоряжении врачей имеется большой выбор прикладных компьютерных программ, которые помогают им знакомиться с новыми достижениями в области медицины и поддерживать высокий уровень квалификации, необходимый для надлежащего лечения пациентов и ухода за ними.

2.4. Характеристики медицинского программного обеспечения (ПО)

Среди всего разнообразия параметров программного продукта, ориентированного на медицину, постараемся выделить наиболее значимые.

Рыночные:

— варианты поставки/конфигураций;
— стоимость компонентов системы;

— стоимость установки, обучения персонала, сопровождения;
— другие сведения о ценовой политике;
— сроки внедрения;
— количество внедрений.

Системные:

— специализация;
— полнота охвата предметной области;
— системные требования;
— удобство использования;
— удобство установки;
— надёжность и отказоустойчивость;
— безопасность, конфиденциальность данных;
— управление ресурсами ЛПУ (койки, расписание врачей, оборудование), планирование в целом;
— анализ и контроль работы учреждения;
— контроль эффективности и качества оказания медицинской помощи;
— статистические отчёты;
— подсчёт стоимости лечения;
— поддержка архивирования данных, изображений;
— поддержка принятия решений;
— архитектура:
  • поддержка модульности/компонентности,
  • тип модели клиент-сервер (если используется);
— платформа (серверы, СУБД, ОС, языки программирования, на которых реализовано данное ПО);
— открытость системы:
  • поддержка стандартов медицинской информатики:
    ○ интеграция с внешним медицинским ПО и МИС,
    ○ интеграция с медицинским оборудованием и лабораторными системами,
  • наличие открытого API, интеграция/связь с внешним ПО (напр., Word, Excel);
— поддержка мультимедийной истории болезни (поддержка таких типов данных, как изображения, звук и видео);
— работа с графическими данными;
— связь с внешними базами знаний (MEDLINE, TOXLINE и т. п.), исследовательскими базами, библиографическими базами;
— масштабируемость:
  • общий объём информации, который может содержать система,

  - объём активной информации, который может быть доступен немедленно по требованию пользователей,
  - общее число пользователей, которые могут быть зарегистрированы в системе,
  - число одновременно работающих в системе пользователей,
  - скорость доступа к локальной и удалённой информации,
- переносимость (кроссплатформенность);
- технологии управления данными (реляционные, объектные, смешанные);
- охват различных типов рабочих мест;
- возможности наблюдения лечебно-диагностического процесса в динамике;
- возможности формирования жёсткой копии медицинской карты;
- печать документов;
- шаблоны документов;
- возможности настройки системы:
  - на учреждение,
  - на подразделение,
  - на пользователя;
- удалённый доступ,
- локализация, соответствие отечественным стандартам (для ПО зарубежных производителей).

Глава 3

ОБЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МИС

В данной главе формулируются основные технологические требования, которым должна соответствовать современная МИС.

Основные требования к современной МИС приведены в табл. 3.1.

3.1. Интеграция информационных потоков

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И ПОНЯТИЯ

МИС базируются на огромном количестве устройств: *на компьютерах*, включая КПК, на сканерах, начиная с планшетных и кончая томографами, на устройствах хранения информации, устройствах для видео- и фотосъёмки, звукозаписи и воспроизведения и т. д. Причём благодаря сетевым технологиям, интегрированные МИС могут иметь *гетерогенную архитектуру*. Средства хранения МИС позволяют работать практически с *неограниченными объёмами информации*, находящейся *в любых хранилищах* — в локальных и региональных сетях, а также в сети Интернет [Рузайкин, 2001].

Возможность гибкого доступа к необходимой информации становится ключевым требованием к медицинским программным продуктам. В связи с этим приоритеты при их разработке смещаются в сторону интеграции информации из различных источников.

Как уже отмечалось, основным требованием к медицинской информационной системе является требование обеспечения доступа персонала к необходимой информации. Другими словами, это требование означает, что любая информация, проходящая через лечебное учреждение, должна быть введена в информационную систему и доступна после этого в любой момент времени из любого места организации по требованию персонала, если это требование не противоречит правилам доступа к дан-

Таблица 3.1

Общие требования к МИС

Требование	Обеспечиваемые преимущества
Интеграция информационных потоков	Единая информационная среда (семантическая интеграция). Координация процессов управления и хранения информации.
Синтез централизованных и распределённых технологий	Гибкость процессов управления данными: централизованный доступ к информации (реализованный относительно каждого клинического случая или каждого пациента) и распределённая инфраструктура информационной системы (в соответствии с физической структурой медицинской организации). Основа для реализации компонентной архитектуры.
Компонентная архитектура	Позволяет придать информационной системе свойство модульности, то есть явной структурной или функциональной делимости на подсистемы.
Открытость и поддержка стандартов	Снижение трудоёмкости разработки. Обеспечение гибкости и адаптивности системы. Использование накопленного опыта для минимизации вероятности возникновения ошибок.
Масштабируемость и переносимость	Соответствие системы уровню технологических и информационных требований заказчика.
Надёжность и отказоустойчивость системы	Минимизация вероятности отказа информационной системы и её восстановление после сбоя или отказа.
Обеспечение безопасности и конфиденциальности информации	Ответственность за обеспечение конфиденциальности в рамках всей медицинской системы.

ной информации (например, правам доступа данного работника в соответствии с системой безопасности, действующей в рамках медицинской организации) [Drazen et al., 1995]. Например, когда пациент поступает в приёмное отделение лечебного учреждения, его демографическая информация (пол, возраст, паспортные данные) вводятся в подсистему приёмного отделения медицинской организации. В случае, когда используемая в организации МИС удовлетворяет требованию интеграции в смысле охвата информации, эти данные о пациенте становятся немедленно доступны во всех других подсистемах и могут быть использованы для идентификации данного пациента во всех прочих лечебных, диагностических и административных процессах, в которых ему предстоит участвовать.

Таким образом, можно сказать, что *интеграция информационных потоков, проходящих через всю медицинскую организацию, позволяет обеспечить комплексный подход к представлению, анализу и управлению данными*. Этот тезис в первую очередь означает, что интеграция информации становится основным способом *количественно* увеличить число различных, одновременно охватываемых информационных показателей (например, различных показателей, касающихся состояния конкретного пациента в каждый момент времени и получаемых из различных источников: наблюдения медицинских сестёр, записи лечащего врача, результаты диагностических исследований из лабораторий и т. д.) и тем самым *качественно* повысить эффективность работы всего медицинского персонала. Отсюда следует, что именно интеграция информационных потоков в первую очередь может обеспечить соответствие МИС её основному назначению: повышению эффективности и качества оказания медицинской помощи. Более того, можно даже утверждать, что от степени интеграции подсистем в рамках единой системы напрямую зависит функциональность этой системы в целом, причём это утверждение может быть отнесено не только к медицинским информационным системам, но и к любым комплексным системам вообще.

Понятие интеграции информации может быть интуитивно и логически связано с понятием её *централизации* в смысле координированных механизмов управления этой информацией. Однако это вовсе не означает, что интегрированная система является централизованной в классическом понимании этого термина — централизованной с точки зрения архитектуры. Централизация в смысле координации действий может проявляться на самых разных уровнях организации системы и каждый раз обеспечивать новый способ повышения интеграции информационных потоков.

Первый из этих способов — *интеграция на самом высоком уровне — на уровне представления информации*. Такой способ интеграции обеспечивается на основе *централизованного,* то есть *унифицированного, доступа* пользователя к любой необходимой информации. При этом не имеет значения, каким образом эта информация хранится и представляется внутри самой системы или внутри локальных подсистем и каким образом осуществляется передача её из одной подсистемы в другую. Этот способ интеграции скорее означает, что пользователь имеет возможность получить любую интересующую его информацию из *единой информационной среды*. Интеграция на уровне представ-

ления информации может быть названа *семантической интеграцией* [Tang et al., 1994], поскольку позволяет рассматривать получаемую информацию в контексте её смысловой нагрузки.

Следующий способ интеграции — *интеграция на логическом уровне*. Здесь речь идёт о *централизованной обработке информации*. При этом, опять же, не имеет значения, каким образом информация попадает в подсистемы, отвечающие за её обработку, каким образом она хранится и каким образом становится доступна пользователю. Чтобы обеспечить этот способ интеграции информации, необходимо предусмотреть возможность взаимодействия различных подсистем друг с другом для того, чтобы каждая подсистема, отвечающая за обработку информации, была способна получить интересующую её информацию от других подсистем. Для этого подсистемы должны обладать свойством *активности*. Такая интеграция может быть названа интеграцией на уровне подсистем, или *логической интеграцией*.

Третий способ интеграции — *интеграция на уровне организации информации*, обеспечиваемая *централизованным управлением и хранением информации* внутри системы. Такой способ интеграции обычно может быть обеспечен некоторым централизованным хранилищем информации, или складом данных, часто называемым *репозиторием* информационной системы, куда информация некоторым образом попадает из различных подсистем, образуя связную информационную структуру, по сути представляющую собой некоторую модель реального мира. Такая интеграция может быть названа *физической интеграцией* информационных потоков.

Для того чтобы оценить, какой способ интеграции должен быть выбран в качестве основного при разработке информационной системы, необходимо учитывать в первую очередь следующее:

- возможные способы классификации потенциальных пользователей системы, с тем чтобы наиболее адекватно организовать рабочие места каждого пользователя;
- количество и степень связности логических подсистем (функциональных, организационных, административных подразделений) внутри организации и степень охвата их к моменту начала разработки МИС (то есть количество унаследованных систем);
- объёмы, типы, методы доступа и требования к информации, проходящей через медицинскую организацию.

Детальный анализ этих трёх аспектов позволит реально оценить необходимость и степень интеграции информационных потоков в разрабатываемой МИС.

НЕКОТОРЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРАЦИИ

Основные проблемы возникают из необходимости обеспечения доступных и всеобъемлющих информационных потоков, проходящих через медицинскую организацию, централизованных относительно данных о каждом пациенте и позволяющих персоналу автоматизировать выполнение операций, входящих в его должностные обязанности. В условиях сосуществования в рамках одной медицинской организации нескольких систем неизбежно возникает задача обеспечения полноты, непротиворечивости и доступности информации в каждой из этих систем. Для решения этой задачи необходимо предусмотреть механизмы взаимодействия систем, чтобы позволить одной системе получать необходимую ей информацию из другой системы. Большинство медицинских организаций понимают эту проблему, поэтому делают ставки в первую очередь на такие *технологии*, которые способствуют повышению степени интеграции информации. Рассмотрим основные методы, используемые для решения проблемы интеграции информации.

Наиболее перспективное технологическое решение, осознаваемое большинством медицинских организаций, — *создание репозиториев*, или архивов данных, для хранения информации о пациенте, поступающей из различных источников. В этом архиве, который представляет собой централизованное хранилище данных, фиксируются любые операции над информацией, осуществляемые в любом месте медицинской организации. Упорядочивание поступающей информации обычно осуществляется на основе привязки её к ресурсу или ресурсам, которым принадлежит данная информация (например, пациент, врач). Тогда содержание архива представляет собой полную историческую картину всех изменений относительно каждого ресурса.

Другим популярным способом обеспечения разделения информации является поддержка *глобальной идентификации пациента* (и других ресурсов) в сети медицинской организации (master patient index). Этот подход означает, что информация хранится локально, в информационном хранилище той системы, в которую она была введена. При этом каждому ресурсу присваивается уникальный в рамках медицинской организации идентификатор, который позволяет различным системам обмениваться информацией, касающейся данного ресурса. В частности,

в качестве инструмента для идентификации ресурса могут быть использованы магнитные пластиковые карты, на которых записывается идентификатор и ключевая информация о ресурсе. Таким образом, механизм глобальной идентификации обеспечивает виртуальное единство информации.

Ещё одно технологическое решение, имеющее высокий приоритет как в настоящий момент, так и в перспективе, — обеспечение *удалённого доступа к информации* (подробнее об этом вопросе будет рассказано далее). Особенно это касается медицинских информационных систем, разрабатываемых для территориально распределённых медицинских учреждений. Такие организации обычно имеют достаточно сложную структуру информационных потоков и должны разделять информацию между несколькими физически удалёнными подразделениями. Под удалённым доступом понимается возможность получения необходимой информации из любого источника вне зависимости от его расположения. Прозрачность, то есть естественность, таких операций обеспечивается использованием сетевых коммуникационных протоколов, которые скрывают от участников обмена информацией детали этого процесса. Одним из способов удалённого доступа к информации является применение при разработке информационных систем технологий и сервисов глобальной информационной сети Интернет. Использование веб-браузеров в качестве внутрикорпоративного средства доступа к информации является перспективной задачей на ближайшее время.

Очень перспективной является также задача обеспечения так называемой *автоматизированной записи о пациенте* (patient record). Данный подход предполагает сохранять любую медицинскую информацию о пациенте, независимо от формата её представления. В качестве сохраняемой информации могут выступать результаты лабораторных исследований, документы текстовых редакторов, медицинские назначения, описания клинических случаев, данные с медицинского оборудования. С точки зрения этого подхода не имеет значения, хранится ли информация централизованно или распределенно. Но должен существовать некоторый механизм, гарантирующий централизованный анализ, управление и организационную целостность всей вводимой о каждом пациенте информации. Такая централизованная система управления должна обеспечивать формирование интегрированных отчётов, содержащих данные из различных систем, обработку исключительных ситуаций и генерацию сообщений для различных пользователей, прозрачный поиск информации и терминологическое единство (или возможность терминологи-

ческой трансляции) естественных языков, используемых в различных источниках информации.

В настоящее время в IT-индустрии (в том числе и в медицинской информатике) всё большее и большее распространение получает язык XML. Этому в немалой степени способствуют его многочисленные сильные стороны [Ермаков, 2003]:

- Более удобный поиск информации в силу чёткой структурированности массивов данных.
- Возможность разработки гибких веб-приложений.
- Интеграция данных из разнородных источников информации (тексты, разные базы данных и т. д.).
- Интеграция данных от различных приложений (использующих разные форматы).
- Возможность локальных вычислений и манипуляций данными, т. е. комбинация локальных (на компьютере врача) и удалённых (на сервере) вычислений.
- Множественные представления одних и тех же данных (т. е. гибкость индивидуальной настройки экранного представления).
- XML — это семейство открытых и развивающихся стандартов для описания, проверки, отображения и связывания данных.
- Эффективное представление информации в Интернете (XML — это текстовый формат, который может быть использован при передаче по HTTP точно так же, как это делается и с HTML).
- Улучшенная масштабируемость приложений (т. е., опираясь на XML, разработчики могут внедрять в документы особые процедурные описания, содержащие информацию о том, как обрабатывать данные того или иного типа. Этот механизм позволяет перенести значительную часть взаимодействия с пользователем на его же компьютер, что ведёт к уменьшению сетевого трафика и времени реакции системы).
- Поддержка компрессии (XML-документы компрессируются очень хорошо из-за частой повторяемости тегов, используемых для описания структуры данных. Потребность компрессии XML-данных зависит от конкретных условий передачи и от объёма передаваемой информации. XML может использовать стандарты компрессии, применяемые в серверах и клиентах, общающихся по протоколу HTTP 1.1).

— Поддержка со стороны ведущих производителей ПО (Microsoft, Sun, Oracle и др.).

Совокупность этих свойств языка XML позволяет применять его в любой области, где есть потребность в обмене и передаче информации. Поэтому в медицинских информационных системах XML всё шире используется в качестве универсального транспортного формата.

Электронные медицинские карты имеют различные формы и функции, в зависимости от того, рассматриваются они с точки зрения отдельных практикующих врачей или с точки зрения лечебных учреждений [Balogh, 1999].

Электронные медицинские карты обычно представляются как совокупность всей медицинской информации, относящейся к пациенту. В основном эта информация хранится в текстовом виде, но может включать и изображения, и графики, и данные других типов. В этом случае речь идёт уже о мультимедийной электронной медицинской карте. Электронные медицинские карты обычно рассматриваются как статичные и историчные (упорядоченные во времени) массивы информации.

На рис. 3.1 мы можем видеть историю развития электронных медкарт.

Рис. 3.1. Этапы развития МЭК

Каждый из этих уровней отражает определённый этап технологического развития и принятия медицинских стандартов [Медведев и Столяров, 1999]:

ПЕРВЫМ уровнем МИС являются автоматизированные медицинские карты. Этот уровень характеризуется тем, что только около 50 % информации о пациенте вносится в компьютерную

систему и в различном виде выдаётся её пользователям в виде отчётов. Иными словами, такая компьютерная система является неким автоматизированным окружением «бумажной» технологии ведения пациента. Такие автоматизированные системы обычно охватывают регистрацию пациента, выписки, внутрибольничные переводы, ввод диагностических сведений, назначения, проведение операций, финансовые вопросы, идут параллельно «бумагообороту» и служат прежде всего для разного вида отчётности.

ВТОРЫМ уровнем МИС является система компьютеризированной медицинской карты (Computerized Medical Record System). На этом уровне развития МИС те медицинские документы, которые ранее не вносились в электронную память (прежде всего речь идёт об информации с диагностических приборов, получаемой в виде различного рода распечаток, сканограмм, топограмм и пр.), индексируются, сканируются и запоминаются в системах электронного хранения изображений (как правило, на магнитооптических накопителях). Успешное внедрение таких МИС началось практически с 1993 г.

ТРЕТЬИМ уровнем развития МИС является внедрение электронных медицинских карт (Electronic Medical Records). В этом случае в медицинском учреждении должна быть развита соответствующая инфраструктура для ввода, обработки и хранения информации с рабочих мест. Пользователи должны быть идентифицированы системой, им даются права доступа, соответствующие их статусу. Структура электронных медицинских записей определяется возможностями компьютерной обработки. На третьем уровне развития МИС электронная медицинская карта может уже играть активную роль в процессе принятия решений и интеграции с экспертными системами, например, при постановке диагноза, выборе лекарственных средств с учётом настоящего соматического и аллергического статуса пациента и т. п.

На ЧЕТВЁРТОМ уровне развития МИС, который авторы назвали системами электронных медицинских карт (Electronic Patient Record Systems или же, по другим источникам, Computer-based Patient Record Systems), записи о пациенте имеют гораздо больше источников информации. В них содержится вся соответствующая медицинская информация о конкретном пациенте, источниками которой могут являться как одно, так и несколько медицинских учреждений. Для такого уровня развития необходима общегосударственная или интернациональная система идентификации пациентов, единая система терминологии, структуры информации, кодирования и пр.

ПЯТЫМ уровнем развития МИС называют электронную карту здоровья (Electronic Health Record). Она отличается от других видов электронных карт существованием практически неограниченных источников информации о здоровье пациента. Появляются сведения из областей нетрадиционной медицины, поведенческой деятельности (курение, занятия спортом, пользование диетами и т. д.).

В настоящее время идут дебаты о том, считать электронную медкарту набором документов или набором сообщений [Balogh, 1999].

Важно отметить, что одной из актуальных тенденций современной IT-индустрии является непрерывное увеличение доли программных продуктов, содержащих те или иные *интеллектуальные механизмы,* предназначенные для анализа и манипулирования данными. К таким системам могут быть отнесены некоторые системы автоматизированной записи о пациенте, программное обеспечение для составления расписания использования ресурсов и т. д.

Всё больше медицинских организаций понимает важность разработки систем, позволяющих *управлять оказанием медицинской помощи* (managed-care software). Под этим термином в медицинской информатике понимается программное обеспечение для слежения за течением болезни каждого пациента. Особенностью систем данного класса является необходимость постоянного анализа поступающей информации в фоновом режиме. При этом выполняется оценка состояния пациента, исходя из особенностей данного клинического случая (основного и сопутствующих диагнозов, непереносимости лекарственных средств и т. д.), и генерируются рекомендации или предупреждения для врачей.

В последнее время приоритетным становится стремление разработчиков использовать *стандартизованные механизмы для взаимодействия систем*: стандарты по обмену данными, стандартные объектные компонентные модели и тому подобное (данный вопрос подробнее рассмотрен в следующих главах). Такой подход не только экономит время разработчиков, но и позволяет получить механизмы интеграции, увеличивая число потенциальных систем, способных взаимодействовать с данной системой.

Результаты исследований показывают, что в рамках одной медицинской организации обычно применяется некоторая комбинация приведённых методов. Следовательно, эти методы не являются противоречивыми, более того, каждый из них демонстрирует одну из плоскостей понимания автоматизации медицинской

организации, и, следовательно, они являются взаимодополняемыми и иногда взаимозависимыми, то есть применение одного метода может сказаться на том, как и какие другие методы будут использованы. Таким образом, ещё одной особенностью разработки программного обеспечения для медицинских организаций является необходимость обеспечения интеграции методов и технологий.

3.2. Синтез централизованных и распределённых технологий

В предыдущем разделе достаточно подробно говорилось о необходимости обеспечения различных централизованных механизмов для координации процессов в информационной системе. Однако централизация там понималась как способ организации управления внутри системы, как способ унификации и как некоторый свод законов и правил, принятых для того, чтобы упорядочить различные операции над циркулирующей в системе информацией. С точки же зрения архитектуры одним из основных требований является требование архитектурной распределенности системы. Для того чтобы разработать адекватную сегодняшнему времени информационную систему, необходимо обеспечить баланс между централизованными и распределёнными механизмами внутри этой системы. Рассмотрим более подробно понимание этих двух подходов в контексте развития информационных систем.

Более 50 лет назад Томас Ватсон, президент IBM, предположил, что наступит момент, когда, возможно, в мире останется не более пяти компьютеров, которые смогут выполнять все необходимые операции. Очевидно, он имел в виду, что гигантские потоки информации, проходящие ежесекундно через такой компьютер, будут сохраняться в виде печатных документов, распространяющихся затем по архивам всего мира, так как представления о возможностях постоянного запоминающего устройства того времени были весьма далеки от их нынешнего состояния. Прогноз оправдался с точностью до наоборот. Действительно, объём вычислений современного персонального компьютера сравним с мировым объёмом полвека назад, однако количество компьютеров сегодня измеряется миллионами.

Что касается представления информации, то наблюдается тенденция увеличения объёмов хранилищ данных. Растущие запросы электронного представления мультимедиа-информации привели к появлению нового класса приложений, которые рази-

тельно увеличивают объёмы сохраняемых данных. Снятие ограничений на возможности постоянных запоминающих устройств в значительной степени элиминирует проблемы «больших баз данных», которые в 80-е годы явились причиной возникновения философии распределённых систем.

Задача распределения данных выросла из ограничений адресации в архитектуре ПК. Постепенно крепла вера в то, что большие массивы данных трудны в управлении и что данные должны быть распределены на уровни подразделений, так как это соответствует организационной структуре и увеличивает эффективность предприятия. Gartner Group идентифицировала этот феномен как «добродетель распределенности» [Percy, 1997]. Однако существуют некоторые нюансы в понимании проблемы распределенности данных, которые проистекают из необходимости *разделения* информации. При этом искусственное распределение данных чрезмерно усложняет администрирование, приводит к необходимости репликации, а следовательно, дублирования данных, за которыми, в свою очередь, тянется ряд проблем, связанных с согласованностью, целостностью и актуальностью баз данных. Несмотря на то, что разработан целый аппарат поддержки «единого образа» распределённой базы данных, реализованный в механизме двухфазных транзакций и его производных, согласованность распределённых данных всё ещё обеспечивается слишком дорогой ценой. В связи с этим законодателем моды в мире баз данных становится гигантизм. Всё больше производителей в этой области декларируют поддержку террабайтных баз данных. Построение *централизованных глобальных хранилищ данных* объявляется чуть ли не панацеей в следующем поколении серверов баз данных.

Однако сама идея распределенности несёт в себе рациональное зерно — возможность управления ресурсами и специализацию компонент. Вопрос в том, с какой стороны подходить к этой проблеме. В последнее время развитие концепции происходит скорее в направлении распределенности *вычислений*, нежели распределенности данных. Современная модель приложения построена на идеологии *распределённых процессов*, которые обеспечивают прозрачность механизмов управления данными.

Что касается аспекта централизации, то акценты в её понимании в последнее время смещаются в сторону *централизованного управления и доступа к информации*. Централизованное управление обеспечивается службами распределённых компонентов системы.

Таким образом, синтез централизованных и распределённых технологий в процессе разработки информационной системы может обеспечить *гибкость процессов управления данными, благодаря централизованному доступу к информации (реализованному относительно каждого клинического случая или каждого пациента), и распределённую инфраструктуру информационной системы (в соответствии с физической структурой медицинской организации)*. Учитывая особенности текущей стадии развития программных технологий, такая балансировка может быть обеспечена на основе *компонентной архитектуры информационной системы*.

3.3. Компонентная архитектура

Приложение, имеющее монолитную (не компонентную) архитектуру, состоит из отдельных файлов исходных кодов, ресурсов, модулей или классов, которые компилируются и компонуются вместе, образуя цельную программу (комплекс программ). Разработка же приложений, имеющих компонентную организацию, происходит иначе. Каждый компонент подобен мини-приложению, заключающему внутри себя всю необходимую логику, доступ к которой предоставлен вовне с помощью определённых интерфейсов. И, после детального определения этих интерфейсов, каждый компонент может разрабатываться и модифицироваться отдельно. Модификация или расширение приложения сводится к замене или добавлению ряда компонентов.

Преимущества, которые обеспечивает компонентная архитектура, подробно будут рассмотрены в одной из следующих глав, здесь же приведём только краткие тезисы, иллюстрирующие эти преимущества:

1. **Повторное использование компонентов в других приложениях.** Фактически, приложение — это коллекция модулей, которые связываются через стандартизованный интерфейс и ведут себя подобно интегрированной прикладной системе. Каждый модуль представляет собой некоторый общий объект многократного использования, который может быть включён в другие прикладные системы.
2. **Абстрактный интерфейс.** Каждый компонент приложения может рассматриваться как обособленная объектная структура данных с набором операций или методов, которые могут использоваться для манипулирования данными. Операции, определённые внутри объекта, вызываются через абстрактный интерфейс. Абстрактный интерфейс

маскирует фактическую логику приложения, выполняемую внутри объекта приложения. Логика приложения может изменяться без того, чтобы модифицировать другие объекты приложения, которые связываются с данным при помощи интерфейса.

3. **Более простое сопровождение системы.** Наиболее очевидное преимущество этой архитектуры — лёгкость сопровождения. Функции приложения изолированы внутри малых компонентов приложения, и логика приложения может изменяться менее болезненно, чем прежде.
4. **Более эффективное использование данных и сетей.** Более тонкое преимущество компонентной архитектуры следует из предположения, что логика приложения больше не связана непосредственно со структурой базы данных или специфической СУБД. Объекты приложения индивидуально эксплуатируют свои собственные внутренние структуры данных, которые могут и не соответствовать структуре базы данных. Когда объекты приложения связываются друг с другом, они должны послать параметры данных, как это определено в абстрактном интерфейсе, вместо того, чтобы посылать все записи базы данных, тем самым уменьшая сетевой трафик. Объекты доступа к данным — единственные компоненты приложения, которые связываются при помощи интерфейса непосредственно с базами данных. Таким образом, при переходе с одной СУБД на другую необходимо изменить только логику доступа к данным.
5. **Распределённая вычислительная архитектура.** Следствие реализации компонентной архитектуры — распределённая вычислительная инфраструктура, которая обеспечивает прозрачное распределение компонентов приложения на основе любого количества физических систем. При этом абстрактный интерфейс, через который происходит взаимодействие компонентов, не даёт указаний относительно фактического расположения запрошенного сервером объекта. Динамическая распределённая вычислительная инфраструктура позволяет реконфигурировать распределённую среду приложения с целью добавления дополнительных пользователей, увеличения рабочих нагрузок или устранения непредвиденных аппаратных отказов без потери обслуживания. Физическое выделение разделов в прикладных системах — это наиболее эффективный способ обеспечения масштабируемости, надёжности, и доступности.

На основе всего сказанного можно сделать вывод, что *реализация информационной системы на основе компонентной архитектуры позволяет придать этой системе свойство модульности, то есть явной структурной и функциональной делимости на подсистемы.*

3.4. Открытость и поддержка стандартов

Одним из важнейших факторов, определяющих эффективную работу информационной системы, является поддержка разнообразных стандартов, таких как:

- *стандарты типовых процессов оказания медицинских услуг* (диагностические, профилактические, лечебные, реабилитационные и т. д.);
- *стандарты представления медицинской информации* (для хранения её внутри МИС, для обмена с другими МИС и внешними хранилищами, для визуального представления и печати и т. д.);
- *стандарты взаимодействия с другими информационными системами* (в том числе между компонентами распределённой системы).

Если разрабатывать информационную систему как специализированное решение без ориентации на стандарты, обязательно возникнет ряд существенных проблем. Такие системы всегда ориентированы на решение конкретной задачи в соответствии с выдвигаемыми требованиями. Когда эти требования изменяются, необходимо внести соответствующие изменения в систему. Однако если для разработки системы было использовано специализированное решение, то есть решение, оптимизированное для конкретных задач, а значит, и для конкретных требований, то именно его оптимальность, то есть отсутствие избыточности, может послужить причиной необходимости вносить изменения не только во взаимодействующие подсистемы, но и в сам метод их взаимодействия. Иногда, в случае очень узких решений, это может приводить к необходимости изменять сам *способ* решения задачи, то есть полностью перерабатывать механизм взаимодействия подсистем. В современном мире темп изменений во всех областях жизнедеятельности человека постоянно увеличивается, поэтому требование *адаптивности* становится всё более критичным требованием, предъявляемым к продукции, претендующей на хоть сколько-нибудь ощутимую долгосрочность. Можно даже сделать достаточно обобщённый вывод: чем более адаптивна архитектура системы, тем больше вероятность её длительного

существования в среде с изменяющимися требованиями. Гибкость системы — ключ к её эффективности.

В этом случае использование промышленных стандартов обеспечивает необходимую базу для придания системе свойства гибкости и адаптивности. Во-первых, любой стандарт практически всегда охватывает больший класс задач, чем это требуется в конкретной системе, именно потому, что назначение стандарта — предусмотреть все возможные аспекты, возникающие при решении определённого типа проблем. Поэтому, когда требования к системе, в процессе реализации которой был использован некоторый промышленный стандарт, изменяются по своему составу, но не по своей природе (то есть в систему требуется внести функциональные, но не концептуальные изменения), чаще всего это может быть сделано путём использования не востребованных до сих пор функциональных возможностей стандарта. *Таким образом, избыточность промышленных стандартов позволяет обеспечить адаптивность систем в смысле изменения состава их функциональности.*

Второй аспект гибкости касается природы взаимодействующих систем. В случае, когда все взаимодействующие подсистемы имеют одинаковую природу (то есть создавались одним разработчиком, или имеют идентичную архитектуру, или предназначены для решения одного класса задач), удачное архитектурное решение само по себе позволяет упростить механизм взаимодействия подсистем внутри системы. Так, крайним случаем такой ситуации является вариант, когда подсистемы являются *взаимозависимыми* в том смысле, что они разделяют друг с другом в каком-то виде некоторый ресурс, в первую очередь наиболее критичный — информацию. Такой вариант может позволить совершенно элиминировать необходимость обеспечения взаимодействия подсистем, поскольку подсистемы в такой системе выступают как единое целое и в явном виде могут не быть выделены как логически, так и функционально. Этот вариант может оказаться наиболее приемлемым, если разработчики планируют создать *автономную* систему. Выбирая такой вариант организации компонентов системы, необходимо учитывать вытекающее из него свойство замкнутости (закрытости) системы и невозможность организации в дальнейшем взаимодействия системы с внешним миром.

Что касается информационных систем вообще и медицинских информационных систем в частности, положение замкнутости системы противоречит основной идее и основному назначению информационной системы, которое состоит в обеспечении поль-

зователей (специалистов) владением адекватной информацией в каждый момент времени, что может быть реализовано только на основе ассимиляции её (информации) из различных источников. Поэтому для медицинских информационных систем способность к взаимодействию как между внутренними компонентами, так и с внешними источниками информации является одной из самых критичных особенностей. При этом природа взаимодействующих подсистем может бесконечно варьироваться в зависимости от назначения конкретной информационной системы и степени охвата информации, обеспечиваемого этой системой. Так, в качестве компонентов, обменивающихся информацией, могут выступать и архитектурные компоненты системы, когда, например, продукция одного компонента является входными данными для другого компонента. В качестве таких компонентов могут выступать подсистемы, выполняющие различные независимые функции в рамках медицинской организации. Например, это могут быть так называемая офисная подсистема медицинской организации, которая позволяет накапливать информацию о пациентах, и интеллектуальная подсистема поддержки принятия решений, которая может осуществлять мониторинг каждого пациента, анализируя накопленную офисной подсистемой информацию. При этом внутреннее устройство различных подсистем (их архитектура) может значительно отличаться друг от друга. Мало того, взаимодействующие подсистемы могут быть созданы различными разработчиками, что ещё более усложняет процесс обмена информацией между ними. В конце концов, в качестве взаимодействующей подсистемы может выступать сама информационная система, когда речь идёт об организации обмена информацией с унаследованной системой (системой, которая эксплуатировалась в организации прежде и либо будет продолжать эксплуатироваться наряду с разрабатываемой информационной системой, либо должна быть заменена на неё, предоставив в распоряжение пользователей накопленную в ней информацию).

В этом контексте единственным решением, которое может обеспечить взаимодействие различных по своей природе систем, является *стандартизация* процесса их взаимодействия. Тогда единая природа обмена информацией позволяет абстрагироваться от внутренней структуры компонентов. Стандартный протокол взаимодействия и обмена информацией становится клеем, соединяющим в единое целое различные компоненты, которые не могут быть состыкованы напрямую, обеспечивая именно то свойство, которое было названо критичным для современных информационных систем, — гибкость в смысле инфраструктуры

системы. Эта гибкость проявляется именно в тот момент, когда возникают или модифицируются требования к инфраструктуре системы — организации различных компонентов в единое целое. Например, может потребоваться подключение к системе нового архитектурного компонента — некоторой подсистемы ввода и обработки результатов лабораторных исследований. При этом необходимо обеспечить возможность использования информации о результатах исследований в информационной системе медицинской организации, связав каким-то образом имеющуюся информацию о пациенте с поступающими результатами лабораторных исследований. В качестве лабораторной подсистемы может быть выбрана уже функционирующая в организации система сторонних разработчиков. Обеспечение взаимодействия такой системы с разрабатываемой информационной системой, что называется, напрямую, «в лоб» — достаточно проблематичная задача. Однако, если обе эти системы поддерживают какой-либо *открытый стандарт*, то есть стандарт, информация о котором не является коммерческой тайной разработчика и который разрабатывается обычно некоторым *комитетом,* то есть добровольно объединившейся группой разработчиков, — в этом случае обеспечение взаимодействия систем осуществляется простой состыковкой их, так сказать, подключением дополнительного разъёма к существующей инфраструктуре внутри информационной среды организации. *Таким образом, универсальность, избыточность открытых стандартов позволяет обеспечивать адаптивность информационных систем с точки зрения их инфраструктуры.*

Кроме того, менее очевидное преимущество стандартизации взаимодействия различных компонентов проявляется опять же в случае изменения требований к системе, но когда речь идёт не просто о необходимости расширения функциональных возможностей системы, а об изменении природы каких-либо подсистем, то есть изменении концепции построения компонентов или архитектуры системы в целом. В этом случае надлежащий эффект достигается только при обеспечении совокупности двух критичных параметров: адекватной компонентной архитектуры информационной системы и стандартизации обмена информацией между отдельными компонентами. Тогда каждый архитектурный компонент системы на уровне инфраструктуры может рассматриваться как «чёрный ящик», позволяя абстрагироваться от деталей его реализации. В случае необходимости изменения его поведения или внутреннего устройства часто бывает достаточно ограничиться модификацией только этого компонента,

устраняя потребность модификации самой системы в целом или других её компонентов, если при этом не затрагивается структура потоков входной и выходной информации. Если же изменения в одном компоненте влекут за собой вынужденные изменения в ряде других, связанных с ним компонентов, то в случае логически верно выполненного разбиения системы на архитектурные компоненты остаётся высокой вероятность того, что во время модификации можно выполнить логическое агрегирование нескольких компонентов в единый структурный элемент на более высоком уровне абстракции и выполнять операцию модификации уже над этим структурным элементом, что опять же позволит минимизировать изменения в системе в целом. Избыточность стандартов также проявляется в этом аспекте на архитектурном уровне. Фактически, реализация в системе того или иного стандарта взаимодействия компонентов всегда ведёт к дополнительным архитектурным элементам или уровням в системе, которые, в принципе, усложняют её структуру. Однако *архитектурная избыточность информационной системы при использовании стандартов — именно та цена, которая позволяет обеспечить гибкость архитектуры* и тем самым способность к более лёгкой модификации.

Ещё одним важным аспектом адаптивности систем является их способность к развитию. Под развитием системы понимается процесс её эволюционирования под влиянием постоянно возникающих новых тенденций и технологий как в области компьютерной инженерии, так и в области специализации системы, в нашем случае — в области медицины. В этом ключе «открытый стандарт» может пониматься именно как стандарт, готовый к дальнейшему развитию. Набор его функциональных возможностей не фиксируется в какой-то определённый момент времени, но постоянно пополняется благодаря усилиям разработчиков в направлениях, определяемых временем. С этой точки зрения, системы, поддерживающие открытые стандарты, по природе своей являются развивающимися и готовы в нужный момент включить в себя те новые возможности и особенности, которые предложат им разработчики этих стандартов. Определённо, здесь тоже можно говорить об избыточности открытых стандартов, правда, скорее о потенциальной избыточности, о возможностях, не реализованных в настоящий момент, но заложенных в саму идею открытости. *В этом смысле использование открытых стандартов позволяет обеспечивать адаптивность информационных систем в смысле их способности к развитию.*

Вероятность появления каскадных ошибок (то есть ошибок, возникающих на этапах проектирования систем и «размножающихся» в процессе реализации) при использовании специализированных решений значительно более высока, нежели при использовании промышленных стандартов. Это положение мотивируется тем, что, как уже говорилось выше, разработчик специализированного решения начинает процесс разработки, что называется, «с нуля». Его представления о будущей информационной системе — это «tabula rasa», чистая доска, на которую он выписывает в дальнейшем свои представления о предметной области, методах разработки программного обеспечения и методах представления информации. Разумеется, большим плюсом разработчику в этом случае является наличие предварительного опыта в разработке программного обеспечения именно этого класса именно в этой предметной области. Если оба эти условия выполняются, то вероятность того, что разработчику удастся получить хороший результат с заданными характеристиками, достаточно высока. Однако, как также говорилось выше, современный мир находится в постоянном развитии, причём темпы прогресса технологий постоянно растут. Следовательно, постоянно эволюционируют и предметная область, в которой специализируется разработчик, и методы разработки программного обеспечения, и методы представления информации. И, даже если в начале разработки представления разработчика об этих трёх областях адекватны действительности, в процессе разработки они, скорее всего, устареют гораздо быстрее, чем смогут быть применены на практике. Новые возникающие требования могут вступить в противоречие с существующей реализацией и потребуют частичной или полной переработки каких-то принципов или элементов.

Ещё более усугубляется ситуация, когда разработчик имеет слабые представления обо всех или хотя бы об одном аспекте построения информационных систем. В этом случае в процессе разработки, скорее всего, будет допущен ряд критических ошибок, которые могут иметь катастрофические последствия для всего проекта в целом.

Ситуация совершенно меняется, если разработчик решает взять на вооружение промышленные стандарты. Уже название «промышленный стандарт» говорит само за себя. Промышленный стандарт обеспечивает методологию разработки, опробованную в промышленных, а значит, серийных условиях. Промышленный стандарт — это стандарт, который разрабатывался комитетом, а значит, ассимилировал в себе опыт множества людей, которые являются специалистами в области его применения. Про-

мышленный стандарт — это стандарт, который разрабатывался в течение ряда лет, а значит, содержит в себе опыт нескольких поколений технологий и средств. Промышленный стандарт применяется в промышленных масштабах, а значит, он был опробован в ряде типичных и исключительных ситуаций, которые встречаются в предметной области, что, очевидно, позволило обнаружить и элиминировать большую часть ошибок и узких мест. Следовательно, использование промышленных стандартов позволит разработчику приобрести опыт, который может стать ключом к успеху при разработке информационных систем.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование промышленных стандартов является ещё одним ключевым требованием при разработке современной информационной системы. В настоящее время существует множество различных промышленных стандартов, покрывающих те или иные аспекты разработки информационных систем. Обобщённо можно выделить два класса стандартов, которые могут быть использованы для разработки медицинских систем поддержки лечебно-диагностического процесса: общие стандарты проектирования программного обеспечения и специализированные стандарты в области медицинской информатики.

3.5. Масштабируемость и переносимость

Под *масштабируемостью* информационной системы понимается её *способность адаптироваться к количественным изменениям различных критичных показателей мощности*. Мощность информационной системы может оцениваться как объём нагрузок, которые данная система в состоянии вынести без необходимости внесения в неё каких-либо архитектурных изменений.

Основные показатели, по которым может оцениваться мощность системы, следующие:

- общий объём информации, которые информационная система может содержать;
- объём активной информации, который может быть доступен немедленно по требованию пользователей;
- общее число пользователей, которые могут быть зарегистрированы в системе;
- число одновременно работающих с системой пользователей в каждый момент времени;
- скорость доступа к локальной и удалённой информации;

— возможность функционального выделения отдельных подсистем для независимой инсталляции, так же как возможность функциональной достройки системы.

При разработке системы необходимо определить *критическое значение* для каждого из приведённых показателей, в пределах которого работоспособность системы будет считаться приемлемой для пользователей.

Со свойством масштабируемости тесно связано свойство так называемой *переносимости* системы, которое означает способность системы быть перенесённой на другую платформу без каких-либо изменений в архитектуре («без переписывания кода»). Под платформой может пониматься как аппаратная, так и программная среда. Необходимость переноса системы на другую платформу чаще всего возникает в случае, когда эта система перестаёт удовлетворять какому-либо из приведённых показателей масштабируемости, то есть когда этот параметр превысит специфицированное пользователем критическое значение. В этом случае можно сказать, что количественные изменения значений показателей могут привести к необходимости качественного изменения системы.

Поскольку прогресс информационных технологий неизбежно ведёт к постоянному увеличению объёмов информации, обрабатываемой информационными системами, можно сказать, что *сочетание свойств масштабируемости и переносимости системы обеспечивает её соответствие уровню технологических и информационных требований окружающего мира в каждый момент времени.*

3.6. Надёжность и отказоустойчивость

В процессе жизненного цикла медицинской информационной системы всегда существует риск, что в некоторый момент времени она может повести себя неадекватно. В этом смысле медицинская информационная система ведёт себя подобно любой другой информационной системе, поэтому следующий раздел позволяет несколько абстрагироваться от специфики предметной области и говорить о поведении информационной системы вообще. Факт неадекватности поведения информационной системы и служит основанием для определения понятия её *надёжности.* Говорят, что информационная система надёжна, когда вероятность её безотказной работы достаточно высока. Это подразумевает, что система должна быть:

— доступна (т. е. готова к выполнению некоторой операции, когда это необходимо);
— достоверна (т. е. адекватно реагировать на те или иные воздействия);
— безопасна (т. е. не оказывать катастрофического влияния на окружение);
— защищена (т. е. обеспечивать конфиденциальность).

Термины «сбой» и «отказ» являются ключевыми в понимании надёжности систем [Атовмян и др., 1997]. Говорят, что в системе произошёл *сбой*, если при выполнении ею некоторых функций происходит отклонение от спецификации в течение некоторого интервала времени. Сбой может приводить (а может и не приводить) к *отказу* системы. Различают две группы отказов информационных систем: устойчивые и функциональные. Устойчивые отказы возникают вследствие необратимых нарушений функций компонентов систем. Функциональные отказы являются устранимыми. Практика показывает, что функциональные отказы возникают значительно чаще устойчивых отказов (примерно на один порядок).

Таким образом, отказ может быть определён как сбой:
— одного из компонентов системы;
— подсистемы данной системы;
— другой системы, которая взаимодействует с данной системой.

Принято различать два взаимодополняющих подхода к повышению надёжности информационных систем:
— устранение причин ненадёжности (избежание отказов);
— создание отказоустойчивых систем, не ощущающих до некоторого предела ненадёжности своих составляющих (допуск отказов).

Рассмотрим более подробно основные методы для обоих подходов. При этом все методы могут классифицироваться на аппаратные, программные и программно-аппаратные.

УСТРАНЕНИЕ ПРИЧИН НЕНАДЁЖНОСТИ (ИЗБЕЖАНИЕ ОТКАЗОВ)

К аппаратным методам, ориентированным на избежание сбоев системы, можно отнести:

1. Повышение качества вторичных источников питания путём фильтрации импульсных помех и введения средств защиты от провалов напряжения.
2. Применение помехоустойчивых элементов, комплектующих аппаратное обеспечение.

3. Сокращение объёмов аппаратуры.

Однако сфера применения указанных методов ограничена, поскольку их использование часто приводит к резкому удорожанию аппаратной части и, следовательно, информационной системы в целом.

Использование программных методов повышения помехоустойчивости систем весьма перспективно, так как выносит избыточность системы на программный уровень, что, при удачной организации архитектуры системы, не ведёт к резкому её удорожанию. Эти методы можно конкретизировать как методы конструирования программного обеспечения с минимальной вероятностью перерастания структурного сбоя в функциональный.

СОЗДАНИЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Аппаратные методы, направленные на устранение последствий сбоев системы, должны разрабатываться на основе следующего принципа: параллельно основному вычислительному процессу строятся процедуры контроля и восстановления, реализуемые на избыточной аппаратуре. К таким методам следует отнести:

1. Всевозможные виды аппаратного резервирования, когда восстановление осуществляется переключением на резерв (например, так называемые «зеркальные» носители информации) либо заменяется операцией мажорирования (голосования).
2. Использование избыточного кодирования и самокорректирующихся кодов с аппаратным механизмом восстановления.

Применение указанных методов, так же как и в случае избежания отказов, требует значительных дополнительных затрат аппаратуры (особенно при резервировании) и приводит к удорожанию системы. Кроме того, наличие избыточной аппаратуры увеличивает опасность структурного сбоя информационной системы в целом.

От указанных выше недостатков во многом свободны методы, использующие аппаратную избыточность для осуществления процедур контроля и программную избыточность для восстановления вычислительного процесса. Эти методы в настоящее время хорошо изучены и находят широкое применение в вычислительных системах вообще и информационных системах в частности. При этом функции контроля реализуются параллельно основному процессу (постоянно либо периодически), а восста-

новление вычислительного процесса обычно осуществляется по прерыванию от системы аппаратного контроля. Восстановление осуществляется либо посредством рестарта программы (её участков), либо посредством выполнения процедуры устранения сбоя, например по Хеммингу, в случае искажения информации в ОЗУ.

Следующая область — исключительно программные методы повышения помехоустойчивости системы. Процедуры контроля и восстановления, встроенные в тело основного вычислительного процесса, осуществляются периодически. Среди программных методов контроля выделяют следующие:

1. Логический контроль, который, как правило, охватывает функции хранения и передачи информации в системе (контрольное суммирование, помехоустойчивое кодирование, дублирование информации и т. п.).
2. Повторный счёт, который контролирует функции преобразования информации.
3. Алгоритмический контроль, который выполняет обе вышеназванные функции, но учитывает при этом специфику решаемой задачи (проверка на физический смысл переменных, обратный просчёт, проверка на квазинепрерывность данных и т. п.).
4. Контроль хода программы, который осуществляет проверку функций передачи управления. Его методы в основном сводятся к различным вариантам дублирования и проверке контрольных соотношений (контроль правильности выполнения линейных и циклических участков программ, разветвлений, вызовов подпрограмм и т. п.).

Восстановление вычислительного процесса реализуется таким же образом, как и для программно-аппаратных методов.

Эти методы находят применение в том случае, если не требуется введения большой аппаратной избыточности и существует резерв времени, достаточный для осуществления процедуры восстановления.

В табл. 3.2 показано, каким образом описанные методы могут использоваться для повышения надёжности и отказоустойчивости на различных архитектурных уровнях информационной системы.

Как можно заметить, общей чертой всех описанных методов является *избыточность*. Выделяют избыточность следующих видов:

— аппаратная (резервные либо голосующие устройства);
— логическая (избыточное кодирование);

Таблица 3.2

Применение методов повышения надёжности на различных уровнях информационной системы

Архитектурный уровень ИС	Толерантные методы		Методы, ориентированные на избежание отказов
	Контроль	Восстановление	
Аппаратные ресурсы информационной системы	Метки времени, контрольные метки операторов, контрольные алгоритмы («сторожевые» микропроцессоры)	Автоматический рестарт системы, помехоустойчивое кодирование, мажорирование	Повышение надёжности отдельных узлов и устройств, аппаратное дублирование (дубль-процессоры, «зеркальные» носители информации)
Операционная система	Диспетчеризация (временная, событийная), синхронизация на уровне ядра	Репликация данных, репликация приложений	Не представлены
Уровень коммуникаций (сетевой)	На уровне протоколов	Повышение связности структуры коммуникаций	Аппаратное повышение надёжности коммуникаций
Уровень процессов (задач)	Динамические контрольные суммы, программная синхронизация	Восстановление по состоянию фазы программы	Метод минимальных динамических объёмов, МУП-цикл [Гладштейн и др., 1987]
Уровень управления данными	Управление транзакциями (однофазное, двухфазное и трёхфазное)	Откат вперёд/назад	Не представлены

— информационная (резервные копии ресурсов, данных, процессов);
— временная (операции проверки, повторные вычисления, ожидание);
— алгоритмическая (дополнительные процедуры для обнаружения и исправления ошибок).

Именно избыточность является необходимым и обоснованным источником *минимизации вероятности отказа информационной системы и её восстановления после сбоя или отказа.*

3.7. Обеспечение безопасности и конфиденциальности информации

Специфика медицинских информационных систем такова, что большая часть информации, попадающей в систему, имеет непосредственное отношение к личной жизни людей, проходящих через медицинскую организацию (как пациентов, так и персонала), и поэтому является строго конфиденциальной. Для того чтобы гарантировать защиту информации от несанкционированного доступа, в медицинской информационной системе обязательно должны быть реализованы механизмы обеспечения безопасности.

Выбор методов обеспечения компьютерной безопасности требует оценки и сопоставления выгод, которые могут быть получены при этом, а также прямых и косвенных затрат на реализацию этих методов. Реализация подсистемы безопасности может существенно сказаться на производительности системы, способах представления информации, а также требовать внесения определённых корректив в архитектуру системы и методы управления данными. Однако реализация действительно эффективной системы безопасности позволяет явно перенести ответственность за информацию на каждого пользователя системы, который работает с этой информацией. Для того чтобы добиться желаемого результата, разработчикам системы безопасности необходима помощь большей части персонала медицинской организации — чтобы оценить реально действующие ограничения и правила прохождения информации. Для обеспечения комплексного подхода при разработке системы безопасности необходимо выполнить анализ следующих требований:

СПЕЦИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Включает оценку внутренних для организации и внешних (государственных) законов и правил, действующих и применяющихся в рамках данной организации, и выработку на их основе концептуальных требований к системе безопасности.

СПЕЦИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Под техническими требованиями к системе безопасности понимается спецификация механизмов, которые должны быть встроены в аппаратную, программную и коммуникационную части информационной системы для того, чтобы предотвращать все типы возможных несанкционированных обращений к информации [Baker, 1991] и обеспечить целостность данных. Рассмотрим основные технологические методы обеспечения безопасности в информационной системе:

Контроль доступа пользователя к информации. Включает два шага: *идентификация* пользователя (определение идентификатора — ID пользователя — по введённой им комбинации «имя/пароль») и *аутентификация* (проверка прав пользователя с данным идентификатором на требуемый им тип доступа к информации). Этот метод обеспечения безопасности обычно реализуется на уровне ядра системы.

Аудит — отслеживание осуществляемых над информацией действий. Адекватная медицинская информационная система должна обладать возможностью фиксировать все происходящие в системе события, критические с точки зрения безопасности, так же как и пользователей, которые инициировали наступление этого события, а значит, являются ответственными за него. Таким образом, полный аудит может быть обеспечен на основе совокупности двух механизмов — *авторизации всех действий,* то есть связывания каждого действия над информацией с идентификатором пользователя, выполнившего это действие, и обеспечения *полной историчности*, то есть сохранения последовательности всех действий над информацией, которое может обеспечить своевременное восстановление утерянной информации. Методы аудита реализуются обычно либо на уровне ядра, либо на уровне специализированных надстроек, разработанных для мониторинга всех процессов в информационной системе (например, создание log-файлов).

Электронная подпись. Спецификой работы медицинской организации является обязательная персональная авторизация (подпись) всех твёрдых копий медицинских документов, с тем чтобы гарантировать ответственность за принятие решений.

В рамках МИС методы персональной авторизации, упоминаемые в разделе «Аудит», могут быть элементом так называемой электронной подписи медицинских документов, которая становится юридически правомочной и гарантирует персональную ответственность автора перед законом.

Контроль за доступом к файлам гарантирует безопасность на уровне операционной системы. Системные администраторы могут регулировать доступ к файлам базы данных, а также к другим информационным ресурсам индивидуально для каждого пользователя системы. Этот способ защиты, безусловно, повышает безопасность информации, но также требует значительных усилий со стороны системных администраторов.

Кодирование информации. Этот метод обеспечения безопасности приобретает всё большее значение в контексте ускоренного развития коммуникационных технологий и связанной с этим процессом тенденции информационных систем становиться, если можно так выразиться, всё более глобально распределёнными. Такая архитектура подразумевает необходимость передачи информации между территориально распределёнными подсистемами. Однако в процессе передачи всегда существует вероятность утечки информации, если эта информация не защищена. Единственным способом защиты передаваемых данных может служить их кодирование по алгоритмам, известным только передающей и принимающей стороне.

Кроме того, для обеспечения дополнительной безопасности информации могут применяться различные дополнительные механизмы, которые в явном виде не специфицируются как элементы информационной системы, но которые могут быть обеспечены концептуальными, архитектурными и технологическими решениями, применяемыми в процессе разработки информационной системы. В качестве примера можно привести: резервное копирование базы данных, обеспеченное на уровне СУБД, безопасные сетевые взаимодействия, обеспеченные используемыми сетевыми протоколами, защита от вирусов, обеспечиваемая приложениями операционной системы, и другие.

Наибольший эффект даёт сочетание различных технологических методов обеспечения безопасности, поскольку позволяет создать *несколько логических уровней защиты информации* в рамках МИС.

СПЕЦИФИКАЦИЯ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Следующим этапом при разработке концепции системы безопасности МИС должна стать разработка методологии использования выработанной политики и процедур для анализа вероятности риска. Этот этап должен завершаться выработкой программы, в которой описывается, каким образом будет осуществляться контроль за безопасностью, управление сертификацией, разрешение инцидентов и планирование конфиденциальности на административном уровне в медицинской организации после начала использования МИС [Bulletin C-22 1992]. Методология должна включать рекомендации относительно следующих разделов:

Политика компьютерной безопасности. Должна устанавливать программу компьютерной безопасности как основу обеспечения безопасности внутри медицинской организации. Должна детально специфицировать стратегию и тактику защиты информационных ресурсов. Для того чтобы действительно быть эффективной, эта политика должна быть внедрена повсеместно в рамках данной медицинской организации.

Управление риском. Определяется в литературе [Guttman and Roback, 1995] как «процесс оценки возможного риска и выработки шагов, нацеленных на его уменьшение для того, чтобы достичь приемлемого уровня безопасности и обеспечить в дальнейшем поддержку безопасности, по крайней мере, на этом же уровне». Здесь требуется детальный количественный анализ и вероятностный расчёт на основе совокупности качественных параметров, специфицированных на предыдущем шаге, который заканчивается выработкой критериев для оценки приемлемого уровня безопасности.

Разработка содержательной части системы безопасности. Включает несколько этапов:

Спецификация и классификация типов информации в МИС с точки зрения системы безопасности. Этим этапом начинается разработка содержательной части системы безопасности. На данном этапе необходимо определить виды информации, которые будут циркулировать в системе, и возможные операции над этой информацией и систематизировать эти данные в соответствии с уровнями секретности, актуальными для данной организации.

Спецификация пользователей МИС. Второй этап разработки содержательной части системы безопасности — анализ административной структуры медицинской организации и логическая группировка персонала в соответствии с этой структурой.

Назначение пользователям прав доступа к информации. Последний этап разработки содержательной части — выявление

соответствия между специфицированными группами пользователей МИС и классами информации внутри информационной системы.

Последовательная реализация всех описанных этапов позволяет обеспечить комплексный подход к разработке концепции обеспечения безопасности в рамках МИС и, следовательно, *гарантировать обеспечение необходимого уровня конфиденциальности в рамках всей информационной системы.*

3.8. Резюме

Анализируя все приведённые требования к медицинской информационной системе, можно отметить следующие закономерности:

1. Все семь требований являются логически взаимосвязанными, и каждое последующее вытекает из предыдущего. Поэтому при разработке информационной системы рекомендуется соблюдать указанную логическую последовательность, чтобы гарантировать рассмотрение всех основных проблем, возникающих в процессе проектирования.
2. Структурная или функциональная избыточность применяемых методов является платой за улучшение системы.
3. Срок жизни разрабатываемой системы в первую очередь зависит от её способности приспосабливаться к изменяющимся требованиям окружающего мира (адаптивности).
4. Кратко основная концепция современной медицинской информационной системы может быть выражена следующим образом: «Система должна быть интегрированной содержательно и распределённой архитектурно», то есть обеспечивать централизованное управление данными и распределённые вычисления.

Глава 4

СТАНДАРТЫ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАТИКИ

Предметом настоящей главы является рассмотрение широкого круга вопросов, связанных со стандартизацией в области медицинской информатики. Даются основные определения, обзор конкретных стандартов и намечаются перспективные направления развития в данной сфере.

4.1. Основные понятия и определения

Стандарт — это образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов [Советский энциклопедический словарь, 1982].

Стандарт — это гарантия неизменности качества продукта или услуги [Чучалин и Шухов, 2000].

Следует учитывать, что понятие стандарта включает в себя достаточно много компонентов. Это становится ясным при рассмотрении целей создания и внедрения стандартов:

— Защита прав человека (пациента, потребителя медицинских услуг).
— Безопасность и эффективность продуктов и услуг.
— Гарантия качества продукта или услуги.
— Совместимость продуктов и услуг.
— Улучшение понимания и восприятия.

И если целью стандарта в целом можно считать защиту прав и интересов человека (производителя и потребителя), то в здравоохранении это защита здоровья человека (пациента).

В широком смысле процесс *стандартизации* понимают как разработку и использование единых норм, правил и требований. Существует мнение, что стандартизация в медицине — это следствие отнесения здравоохранения в целом к отрасли народного хозяйства, а врачебного искусства — к разряду услуг, своеобразному технологическому процессу [Муратова, 1996]. При этом действительно следует учитывать, что здравоохранение, будучи ориентированным на человека и подразумевая постоянный

контакт с ним, отличается сверхвысокой интеграцией отраслей народного хозяйства. Это означает, что стандарты должны быть ориентированы не только на людей в белых халатах и на их пациентов, но также и на производителей фармацевтической и иной медицинской продукции.

В связи с этим выделяются основные объекты стандартизации в сфере медицинских услуг [Подлен и др., 1995; Воробьёв, 1995]:

1. **Типовые процессы (процедуры) по оказанию медицинских услуг** (основные целевые процессы — диагностические, профилактические, лечебные и реабилитационные; инфраструктурные общефункциональные процессы — организация управления, различные вспомогательные работы по обеспечению выполнения целевых лечебных процедур, процессы медицинского образования, воспитания, просвещения и агитации).
2. **Медицинская информация** (исходная медицинская информация, в том числе субъективная симптоматическая информация; текущая медицинская информация, в том числе объективная резюмирующая диагностическая медицинская информация, полученная с применением инструментальных средств; информация по пропаганде медицинских услуг и здорового образа жизни).
3. **Медицинские средства** (лекарства, биопрепараты, расходные вспомогательные медицинские материалы).
4. **Медицинская техника** (медицинское оборудование, приборы и аппараты; медицинские инструменты и принадлежности; специальный медицинский транспорт).
5. **Здания и сооружения** (здания поликлиник, больниц, стационарных и мобильных госпиталей; воздухоочистительные системы и др.).
6. **Типовые процессы организации связей сторон**, взаимодействующих в сфере оказания медицинских услуг и медицинского страхования (связь между пациентами и медработниками; пациентами и страховыми компаниями; медицинскими учреждениями и страховыми компаниями).

Улучшение понимания и восприятия медицинской информации является одним из важнейших объектов стандартизации, так как подразумевает возможность достижения всех предыдущих целей [Мыльникова, 1996].

Стандарт в информации — это улучшение её понимания и восприятия, весь процесс образования, включая разработку методических документов и учебных программ, преемственность

в передаче опыта и его грамотное обобщение, аккредитация, аттестация и т. п. С учётом этого, именно создание единого информационного языка может стать законным приоритетом всего процесса стандартизации в здравоохранении.

Составляя стандарт, ни один эксперт, даже самый квалифицированный и знающий, не может быть до конца объективен.

Известно, что существует несколько принципов установления стандартов:

— законом;
— постановлением или указом правительства;
— прецедентом, установленным в ходе судебного разбирательства;
— как результат всеобщего одобрения вследствие длительной истории использования или признания;
— как итог соглашения заинтересованных сторон (например, специалистов, производителей).

По мнению А. Донабедиана [Донабедиан, 1988], стандарты представляют собой или то, что ведущие эксперты, представляющие наиболее весомые научные доказательства, сочли наиболее приемлемой практикой, или производное от усреднённого опыта врачей данного сообщества.

В идеале информационный стандарт должен устанавливаться как итог соглашения заинтересованных сторон (специалистов и государственных служб) и закрепляться административными решениями (приказами и постановлениями правительства). К сожалению, приходится констатировать, что в отдельных случаях имеет место практика создания «стандартов» административными решениями без привлечения и участия широких кругов профессионального сообщества и к тому же без учёта социоэкономических аспектов применения заложенных в стандарт требований.

Успешное введение в практику национального информационного стандарта возможно, если определено его место в практике и если сам документ отвечает самым высоким требованиям.

Разработка информационного стандарта — это сложный процесс, включающий в себя множество аспектов:

— выявление и формулировка проблемы;
— поиск и анализ валидности опубликованных данных;
— обзор текущей практики;
— отсутствие сомнений в отношении безопасности;
— участие всех заинтересованных сторон (как государственных структур и медицинских работников всех уровней, так и пациентов);

— при отсутствии доказательных данных для формулировки рекомендаций — консенсус/соглашение экспертов;
— открытость, «прозрачность» процесса создания стандарта:
  • мнение и комментарии общественности;
  • окончательное решение экспертов;
  • динамический контроль (мониторинг) практики применения и регулярный пересмотр исходных документов.

Стандарт окончательно определяется его официальным одобрением и признанием производителями и потребителями.

Признание является следствием:
— высокого качества стандарта;
— строгого соблюдения установленных процессов разработки и пересмотра;
— систематического наблюдения за степенью точности соблюдения стандарта в практике;
— прозрачностью процессов создания, одобрения, мониторинга;
— независимостью от специфических интересов отдельных групп.

4.2. Направления стандартизации в медицинской информатике

К настоящему моменту практически все существующие стандарты медицинской информатики носят не обязательный, а рекомендательный характер [Емелин и др., 1998]. В США разработка стандартов медицинской информатики координируется соответствующими подкомитетами Американского национального института стандартизации ANSI, в Европе — подкомитетом TC251 Европейского комитета по стандартизации CEN. Особенность стандартизации медицинской информатики ярко выражена следующей дилеммой: чем уже круг экспертов, тем сложнее сделать стандарт общепризнанным; чем он шире, тем дольше разрабатываются стандартные решения.

Практически все стандарты медицинской информатики так или иначе связаны с ведением электронной истории болезни [Емелин, 2000]. Одни стандарты описывают терминологию, которая должна быть в ней использована, другие — передачу медицинских документов и изображений в электронную историю болезни, третьи — способы организации данных в электронной истории болезни, четвёртые — обеспечение доступа медицинских работников и самих пациентов к электронной истории болезни и т. д.

В сущности, разработка стандартов медицинской информатики преследует цель воссоздания универсального языка общения медицинских работников, другими словами, воскрешения латыни на самом современном уровне информационных технологий. В целом эти стандарты нужны для того, чтобы каждая запись электронной истории болезни могла быть одинаково понята представителями различных медицинских школ, в том числе и в разных странах. При этом компьютеры должны стать как бы переводчиками с привычного естественного медицинского языка на унифицированный электронный язык и обратно. Поэтому неудивительно, что в последние десятилетия наибольшие усилия специалистов по медицинской информатике были сосредоточены в двух основных областях: стандартизация медицинской терминологии и стандартизация передачи записей в электронную историю болезни.

Естественный отбор наиболее удачных разработок в конечном счёте привёл к тому, что в каждой из этих областей оказалось по два доминирующих стандарта. Ни один из них в настоящее время не способен вытеснить другой, поэтому дальнейшее развитие этих стандартов намечается по пути их интеграции.

В настоящее время можно выделить два стандарта, ведущих своё происхождение из США, но получивших достаточно широкое признание и в других странах:

— стандарт электронного обмена текстовыми медицинскими документами Health Level Seven (HL7);
— стандарт электронного обмена изображениями лучевой диагностики Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM).

К сожалению, в России работа по стандартизации электронного обмена медицинскими документами в подобном объёме и с таким качеством не ведётся [Емелин и др., 1998].

Кроме названных стандартов де-юре, на разработку открытых медицинских информационных систем большое влияние оказывает комплекс коммуникационных стандартов де-факто, получивший общее название технологии Интернет/Интранет. Основным принципом этой технологии является обеспечение одной и той же формы доступа к информации, принадлежащей самым разным информационным источникам, использующим широкий спектр аппаратно-программных средств. В настоящее время технология Интернет/Интранет начинает активно использоваться и в лечебных учреждениях. Например, многие больницы в разных странах имеют свои узлы сети Интернет для предоставления

будущим пациентам информации об оказываемых медицинских услугах.

Открытые медицинские информационные системы создаются как комплексы специализированных компонентов. Например, типичная больничная информационная система включает в себя:

- административно-финансовую систему;
- клиническую информационную систему;
- информационную систему аптеки;
- информационные системы лабораторий и диагностических отделений;
- информационные системы других вспомогательных подразделений.

Среди этих компонентов клиническая информационная система играет особую роль. Она является в основном потребителем информации, рождающейся в других системах. Её база данных аккумулирует большие объёмы получаемых извне результатов диагностических исследований и лабораторных анализов, данных мониторинга состояния пациентов в отделениях интенсивного лечения и т. д., формируя тем самым записи в электронные истории болезни пациентов. Будучи потребителем информации, получаемой от других систем, клиническая информационная система наследует структуру и форму передаваемых ей данных. Поэтому стандарты электронного обмена медицинскими документами, регламентирующие форму и структуру передаваемых данных, оказывают непосредственное влияние на состав базы данных клинической информационной системы и тем самым на электронное представление истории болезни пациентов.

Следование стандартам электронного обмена медицинскими документами и изображениями позволяет обеспечить взаимопонимание между медицинскими специалистами, находящимися в разных странах, говорящими на разных языках и имеющими различные подходы к медицинской практике.

Современные тенденции стандартизации медицинской информатики имеют вполне реальное значение для любого современного лечебно-профилактического учреждения. Прежде всего это касается закупки сложных диагностических приборов лучевой и ультразвуковой диагностики: в настоящее время практически каждый производитель подобного оборудования поставляет в качестве дополнительного компонента программные и аппаратные модули, реализующие стандарт DICOM.

Для систем общего назначения в настоящее время рекомендованным стандартом электронного обмена информацией является UN/EDIFACT (международный стандарт Организации Объ-

единённых Наций по электронному обмену данными в управлении). Медицинские системы также могут строиться на базе UN/EDIFACT или же применять один из специализированных стандартов медицинской информатики, например HL7.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ

Представьте себе, что большая книга в течение многих лет пишется многими авторами, даже не знакомыми друг с другом, и при этом никем не редактируется. Конечно же, такую книгу будет трудно читать и понимать, поскольку отдельные её части будут написаны в разном стиле, с использованием разных оборотов речи для описания одних и тех же понятий. История болезни служит типичным примером подобной ситуации. Поскольку ошибочно понятая запись истории болезни может стоить пациенту жизни, около 40 лет назад в разных странах начали предприниматься усилия по стандартизации медицинской терминологии. За это время наибольших успехов достигли две англоязычные страны: США и Великобритания. В первой были разработаны Унифицированная система медицинского языка UMLS (UMLS Fact Sheet) и обширная номенклатура медицинских терминов SNOMED (SNOMED CT), во второй — Клинические коды Рида RCC (Clinical Terms Version 3).

Система UMLS

В 1986 году Национальная медицинская библиотека США начала разработку Унифицированной системы медицинского языка UMLS (сайт проекта расположен по адресу `http://umlsinfo.nlm.nih.gov`). Её основная цель — значительное улучшение возможностей поиска биомедицинской информации и обеспечение интеграции различных информационных систем, включая системы ведения электронной истории болезни, библиографические и фактографические базы данных, экспертные системы. В результате работы над системой UMLS были созданы три источника знаний:

— метатезаурус;
— лексикон SPECIALIST;
— семантическая сеть.

Метатезаурус обеспечивает синонимическую связь между различными терминами, взятыми из множества биомедицинских словарей и классификаций, в том числе неанглоязычных. В последней версии метатезауруса («2003AC») от 2003 года содержится 975 354 уникальных концепта (concept) и 2,4 млн различных слов и словосочетаний из более чем 50 биомедицинских сло-

варей (среди которых MESH, ICD-10, SNOMED, ICPC, READ CODES и др.).

Лексикон SPECIALIST содержит синтаксическую информацию о построении многих терминов и ряд английских слов, отсутствующих в метатезаурусе.

Семантическая сеть классифицирует каждый концепт (например, <Заболевание или синдром>, <Вирус>), описывает возможные связи между концептами (например, <Вирус> вызывает <Заболевание или синдром>, отношения обобщения и детализации и др.).

Таким образом, Унифицированная система медицинского языка является не самостоятельной классификацией наподобие МКБ, а надстройкой над наиболее известными биомедицинскими классификациями, значительно облегчающей поиск литературных источников и построение медицинских баз знаний.

Номенклатура SNOMED

История разработки номенклатуры медицинских терминов SNOMED (сайт организации-разработчика находится по адресу `http://www.snomed.org`) насчитывает более 30 лет. В 1965 году Американский институт патологоанатомов CAP (College of American Pathologists) опубликовал так называемую Систематизированную номенклатуру патологий SNOP (Systematized Nomenclature for Pathology). Её основная цель состояла в таком присвоении групп кодов патологоанатомическим заключениям, при котором можно было бы с минимальными затратами делать выборки клинических случаев по патологоанатомическому диагнозу, локализации (топографии), этиологии и морфологии. По сути это были четыре классификации (оси), объединённые одной общей целью. Чтобы отличить свой подход от обычных, «одномерных» классификаций, авторы назвали своё детище номенклатурой. Ещё одним оригинальным для того времени изобретением стало использование шестнадцатеричных кодов вместо десятичных, принятых для Универсальной десятичной классификации (УДК) и Международной классификации болезней (МКБ).

Вторая версия номенклатуры, SNOMED II, опубликованная в 1979 году, состояла из 7 классификаций и содержала около 45 тыс. терминов. Она также использовалась и ещё продолжает использоваться для кодирования патологоанатомических заключений.

Первый вариант третьей версии номенклатуры (SNOMED III) опубликован в сентябре 1993 года, последний (3.5) — в августе 1998 года. Назначение этой номенклатуры гораздо шире, нежели

у первых двух версий. Она полностью охватывает клиническое расширение классификации МКБ-9 (ICD9-CM), разработанное в Северной Америке, и по числу терминов (156 965 в версии 3.5) в несколько раз превосходит последнее. Она включает в себя также морфологическую классификацию опухолей ICD-0. Эта версия номенклатуры приняла международный характер: она или её отдельные подмножества (специализированные микроглоссарии) переведены на 12 языков, почему она и получила название SNOMED International.

В январе 1999 года в тестовую эксплуатацию запущен новый проект — SNOMED RT (SNOMED Reference Terminology), который призван со временем заменить предыдущие версии классификации SNOMED. SNOMED RT полностью совместим со SNOMED International, но является по сути революционным проектом, в котором вся информация представлена полностью в машиночитаемом формате, что позволяет легко применять его в разнообразных МИС. Сегодня (версия 1.1 от июня 2001 года) SNOMED RT содержит 121 тыс. полностью определённых понятий, дополненных 190 тыс. синонимов, плюс более 360 тыс. связей между терминами, включает отображения (mapping) классификаций ICD9-CM и ICD-0–2 (версия 2-й онкологической классификации ICD-0), а также интегрируется с номенклатурой LOINC.

Номенклатура SNOMED состоит из 11 связанных взаимными ссылками классификаций, называемых модулями. Структура каждого модуля похожа на структуру классификации МКБ-9. Кроме того, для многих терминов даны ссылки на другие модули и классификацию МКБ. Например, диагностический термин «DE-14810 Лёгочный туберкулёз» содержит ссылки на термины «T-28000 Лёгкое (топография)», «L-21801 Бацилла туберкулёза человека (живые организмы)», а также ссылку на код МКБ-9 011.9. Эта дополнительная ссылочная структура обеспечивает удобные возможности поиска информации.

Возможности применения номенклатуры существенно расширяются за счёт использования так называемых модификаторов, уточняющих основные термины, степень их определённости и пр. Например, модификатор «G-1003 Предварительный диагноз» может быть использован в сочетании с приведённым выше кодом диагноза: строка «[DE-14810] G-1003» эквивалентна высказыванию «Предварительный диагноз: лёгочный туберкулёз» на русском языке и может быть автоматически преобразована компьютером в соответствующее высказывание на всех языках,

на которые переведена номенклатура SNOMED (в том числе на китайский и японский).

Рассматривая возможности применения номенклатуры SNOMED, следует иметь в виду, что она в первую очередь предназначена для формализации описания результатов клинических наблюдений; в качестве её логической модели можно предложить следующую формулу:

Для пациента из социальной среды S с профессией J [процедура P, применённая к месту T, показала/выявила морфологию M, живой организм L, химический, лекарственный и биологический продукт C, функцию F, физическое воздействие A, заболевание или диагноз D] [с модификатором G].

Чтобы приблизить эту формулу к реальным диагностическим высказываниям, предлагаются различные конструкции, например, повторение однотипных компонентов в сочетаниях «и» (обозначается знаком +), «или» (or) и «за исключением» (-). Эти конструкции в настоящее время не стандартизованы.

С целью облегчения применения номенклатуры SNOMED разработано и продолжает совершенствоваться программное обеспечение для автоматического и полуавтоматического присваивания её кодов текстовым результатам диагностических исследований.

Учитывая описанные выше направленность, гибкость и интернациональный характер номенклатуры SNOMED, комитет по стандартизации передачи медицинских изображений DICOM выбрал её в качестве рекомендуемой системы кодирования передаваемых вместе с изображениями текстовых данных.

Система кодов Рида

Система клинических кодов Рида RCC (Read Clinical Codes) моложе номенклатуры SNOMED (сайт проекта находится по адресу `http://www.nhsia.nhs.uk/terms/pages/default.asp`). Её первая версия была разработана врачом общей практики Джеймсом Ридом в начале 80-х годов и предназначалась для более точной и унифицированной регистрации в компьютере сведений о состоянии здоровья пациентов, обращавшихся за первичной медицинской помощью. В настоящее время 75 % общих практик Великобритании (6500 практик, в которых заняты 21 000 врачей) используют коды Рида. Эта впечатляющая широта охвата обусловлена многими причинами. Немаловажную роль сыграло и то, что системы автоматизации общих практик аккредитуются Управлениями здравоохранения только в том случае, если в них предусмотрено применение кодов Рида. С помощью этих кодов

автоматически формируются эпикризы, обеспечивается ведение полностью безбумажной истории болезни (в этом случае коды сочетаются со свободным текстом), выдаются стандартные отчёты о заболеваемости, предусмотренные органами управления здравоохранением, обеспечивается выписка и повторение рецептов. Кроме того, коды Рида используются для ведения протоколов лечения и в системах обеспечения принятия медицинских решений.

Успех системы клинических кодов Рида RCC привёл к образованию в 1990 году Центра по кодированию и классификации Национальной системы здравоохранения Великобритании, директором которого был назначен автор системы, Джеймс Рид (недавно ему пришлось покинуть этот пост, чтобы не совмещать его с должностью руководителя фирмы по распространению системы RCC). Этот центр подготовил текущую, третью версию системы (первый выпуск RCC 3 — в июле 1994 года) клинических кодов RCC, которая широко используется не только в системе оказания первичной медицинской помощи, но также и в больничных информационных системах. Сегодня система RCC 3 охватывает около 60–70 тыс. концептов и понятий и по своему построению представляет собой значительный шаг вперёд по сравнению с предыдущими версиями RCC.

К разработке системы RCC 3 были привлечены 2000 клиницистов по всем медицинским специальностям и специалистов из смежных областей. Они были распределены по 50 тематическим группам, каждая из которых отбирала общие термины по своей тематике, если эти термины были необходимы для описания эпизодов лечения пациентов. Далее отобранные совокупности терминов структурировались. Полученные таким образом классификации тщательно тестировались на конкретных историях болезни.

В систему RCC 3 входят также таблицы преобразования в коды МКБ-9 и МКБ-10 терминов, входящих в состав глав Нарушения, Морфология опухолей, Категории, зависящие от контекста, Причины травм и отравлений.

Даже беглое сопоставление показывает, что структура системы RCC 3 существенно сложнее для восприятия, чем структура SNOMED. В то же время RCC 3 и намного более совершенна, к примеру, в отличие от номенклатуры SNOMED и классификации МКБ: в системе RCC 3 одно и то же понятие может принадлежать нескольким классам и подклассам. Например, понятие Лёгочный туберкулёз принадлежит как классу Респираторные заболевания, так и классу Инфекционные заболевания.

Это достигнуто благодаря тому, что в системе RCC 3 код служит только для идентификации понятия или концепта и не задаёт его положение в иерархии классов и подклассов.

В целом структура системы RCC 3 позволяет более точно передавать содержание фрагментов историй болезни, нежели номенклатура SNOMED, однако последняя содержит гораздо больше терминов.

Сопоставление систем RCC 3, SNOMED и МКБ

В глазах российских врачей и организаторов здравоохранения классификация МКБ незаслуженно затмевает все остальные, такие как SNOMED или RCC 3, не менее значимые в своих областях, но ещё не освящённые ни ВОЗ, ни тем более Минздравом России.

На самом деле системы SNOMED или RCC 3 предусматривают отображение своих кодов в МКБ-9 или МКБ-10, что позволяет получать статистические отчёты по заболеваемости (для чего и предназначена классификация МКБ), не выполняя при этом дополнительного ручного присваивания кодов (шифров) МКБ каждому случаю заболевания, зарегистрированному в базе данных. Для кодов SNOMED преобразование в коды расширения МКБ-9 (ICD-9-CM) можно сделать автоматическим, а для системы RCC 3 в отдельных случаях может потребоваться ручное уточнение соответствующего кода МКБ-9 или МКБ-10.

Основное концептуальное отличие классификации МКБ от систем SNOMED и RCC 3 состоит в том, что МКБ рассчитана на обобщение сведений о состоянии здоровья больших популяций, а SNOMED и RCC 3 — на обобщение сведений о состоянии здоровья малых популяций или даже конкретного пациента. Именно поэтому они могут рассматриваться как основа будущего унифицированного «языка профессионального общения» медицинских компьютерных систем. При этом система SNOMED охватывает гораздо большее число терминов и имеет международный статус, а RCC обладает более совершенной структурой данных, но замкнута в рамках национальной системы здравоохранения Великобритании.

Перспективы развития систем медицинской терминологии

Системы SNOMED и RCC продолжают активно развиваться. Первая имеет реальные шансы стать в США официально утверждённой номенклатурой медицинских терминов, обязательной для применения в медицинских информационных системах,

а вторая продолжает накапливать терминологию и распространяться на различные медицинские специальности. В ряде других стран, в том числе в Германии и Франции, собираются разрабатывать собственные системы, отличные от SNOMED и RCC 3, хотя, наверное, будут учитывать опыт их создания. Напомним, однако, что разработки SNOMED и RCC имеют длинную историю; обе эти системы аккумулировали опыт и труд не одной тысячи врачей. Поэтому в условиях ограниченности ресурсов заманчиво вместо разработки собственной системы адаптировать одну из уже существующих. Правда, плачевный опыт с русским переводом МКБ-10 показывает, что в настоящее время российскому здравоохранению не хватает сил и средств ни для адаптации существующих систем классификации медицинских терминов, ни для разработки собственных систем масштаба SNOMED и RCC.

Доминирующие стандарты медицинской терминологии

Приведённые выше сведения показывают, что в данной предметной области можно считать доминирующими две системы стандартизации медицинской терминологии: SNOMED и RCC. Унифицированная система медицинского языка UMLS является надстройкой над ними и рядом других, менее масштабных систем.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Электронная история болезни аккумулирует записи, полученные из разных источников, чаще всего от информационных систем отдельных подразделений (лабораторий, отделения лучевой диагностики, отделения функциональной диагностики, аптеки) и клинической информационной системы. Эти записи поступают в форме электронных сообщений, передаваемых из одной информационной системы в другую в связи с тем или иным событием. Наиболее успешно стандартизация передачи сообщений медицинских информационных систем осуществляется в США и в Европейском Союзе.

Для передачи медицинских документов в США разработан и принят в качестве национального стандарт HL7. А для передачи медицинских изображений лучевой диагностики в США рядом организаций и предприятий-производителей диагностических устройств был разработан стандарт DICOM. Как и номенклатура SNOMED, эти стандарты стали де-факто международными. Опишем их подробнее.

Стандарт HL7

Стандарт HL7 предназначен для электронного обмена документами в учреждениях здравоохранения, особенно в тех, где пациенту оказывают интенсивную медицинскую помощь (например, в больницах). Он обобщает работу комитета организаторов здравоохранения (пользователей), производителей и консультантов, который был образован в марте 1987 года по ходу конференции, организованной Сэмом Шультцем в госпитале Пенсильванского университета. Её участников, представлявших как пользователей, так и производителей информационных технологий, объединила общая цель — упростить реализацию взаимодействия компьютерных приложений, созданных различными, нередко конкурирующими производителями. Этот комитет, который впоследствии получил название HL7 Working Group (Рабочая группа HL7), поставил перед собой задачу стандартизовать форматы и протоколы обмена определёнными ключевыми наборами данных между прикладными компьютерными системами здравоохранения.

С марта 1987 года встречи участников Рабочей группы HL7 проводились примерно раз в 3–4 месяца для разработки и обсуждения спецификаций стандарта. Группа была разбита на комитеты, часть из которых имела функциональную направленность, а другая часть занималась общей структурой управления и различными административными аспектами деятельности Рабочей группы. Эти комитеты отвечали за авторство глав стандарта HL7 и за их доработку. Кроме того, время от времени внутри Рабочей группы HL7 формировались подгруппы по специальным интересам, которые разрабатывали идеи и поддерживали отдельные перспективы, не охваченные каким-либо из существующих комитетов.

За первые три встречи была сформирована версия 1.0 предварительного стандарта, охватывающая общую структуру взаимодействия приложений, транзакции госпитализации, выписки и перевода пациентов, ввод заказов, а также запросы с дисплейным ответом. Хотя система учёта оплаты лечения признавалась чрезвычайно важной, временные рамки не позволили включить её в первый вариант предварительного стандарта. Этот вариант был представлен на I Пленуме Рабочей группы HL7, проводившемся 8 октября 1987 года в Tyson's Corner (Вайоминг, США).

Версия 2.0 была разработана на I Пленуме и представлена на II Пленуме, проводившемся в сентябре 1988 года в городе Tucson. После II Пленума начались редактирование и пересмотр версий 2.1 и 2.2, а позже и версии 2.3. В 1996 году версия 2.2 была одобрена Американским национальным институ-

том стандартизации ANSI в качестве национального стандарта; в 1999 году такой статус был присвоен версии 2.3.1. Главный научно-исследовательский вычислительный центр Медицинского центра Управления делами Президента Российской Федерации обеспечил перевод этой версии на русский язык и получил право на её распространение в России. Эта версия включает в себя 12 глав и 5 приложений.

Уже одно это перечисление показывает, насколько фундаментально охватывает стандарт HL7 предметную область обмена медицинскими документами.

В настоящее время завершается разработка HL7 версии 3. Новый стандарт представляет собой серию документов, первый из которых был опубликован в декабре 2001 года. Публикация остальных документов продолжается и в настоящее время. Новая версия стандарта уже не будет совместима с предыдущими, зато в ней использованы наиболее современные подходы к моделированию предметной области.

Стандарт DICOM

К началу 80-х годов проблема интеграции сложных цифровых устройств лучевой диагностики стояла уже достаточно остро, что побудило Американский институт радиологии ACR (the American College of Radiology) и Национальную ассоциацию производителей электрооборудования США NEMA (the National Electrical Manufacturers Association) заняться разработкой стандарта передачи цифровых медицинских растровых изображений. В 1983 году ими был создан объединённый комитет, в задачи которого входила разработка стандарта, обеспечивающего передачу цифровых медицинских изображений, не зависящую от производителей диагностического оборудования и способствующую:

- развитию систем архивирования и передачи изображений PACS (Picture archiving and communication systems);
- обеспечению их взаимодействия с автоматизированными больничными информационными системами;
- созданию баз данных, содержащих диагностическую информацию, полученную с помощью широкого спектра географически удалённых устройств.

Первая версия такого стандарта, ACR-NEMA 300–1985, была опубликована в 1985 году. У неё было две последующих редакции: первая выпущена в свет в октябре 1986 года, а вторая — в январе 1988 года. В том же 1988 году была выпущена вторая версия стандарта, ACR-NEMA 300–1988, которая включала в себя первую версию, обе её редакции, дополнительную

редакцию и новый дополнительный материал. Эти стандарты специфицировали аппаратный интерфейс для непосредственного соединения систем (point-to-point interface), минимальное множество программных команд и достаточное множество форматов данных. Третья версия стандарта была выпущена в 1991 году и интенсивно перерабатывалась до 1993 года. Она получила название D1COM 3.0 и явилась существенным шагом вперёд: её можно было применять в сетевых средах с использованием стандартных протоколов, например TCP/IP; в ней были описаны уровни совместимости со стандартом, семантика программных команд и ассоциированных с ними данных; структура стандарта была приведена в соответствие с директивами Международной организации по стандартам ISO. Всё это вместе взятое привело к тому, что такие крупнейшие производители диагностического оборудования, как General Electric, Philips, Siemens, начали предлагать в составе своих систем возможность импорта и экспорта изображений в стандарте DICOM.

В течение последних лет DICOM интенсивно развивается. Текущая версия стандарта датируется 2003 годом. Структурно стандарт состоит из основной части «base standard» и множества регулярно выходящих дополнений, приложений и поправок. Отдельные части стандарта во многом независимы друг от друга. Такая структура соответствует директивам организаций ISO/IEC [ISO/IEC Directives, Part 3], регламентирующим форму проектов международных стандартов, что существенно отличает его от стандарта электронной передачи текстовых медицинских документов HL7, но отнюдь не облегчает восприятие материала.

Прочие стандарты

Конечно, стандарты передачи записей в электронную историю болезни разрабатывались не только в США. За последние 7 лет большая работа по стандартизации медицинской информатики была проделана Техническим комитетом TC251 Европейского комитета по стандартизации CEN, выпустившим 39 стандартов и 6 технических отчётов, дополняющих эти стандарты. Однако, в отличие от HL7 и DICOM, это были частные стандарты: например, отдельно стандартизовались передача лабораторных сообщений (заказы и результаты) и передача электронных рецептов. В результате они оказались гораздо менее согласованными между собой, чем, скажем, отдельные главы стандарта HL7. Чтобы преодолеть эту тенденцию, в 1999 году Техническим комитетом TC251 CEN была начата подготовительная работа по интеграции ряда европейских стандартов с американским стандартом HL7

[Proposal for an Intensified Collaboration; Harmonizing CEN and HL 7 Work; Memorandum of Understanding]. Кроме того, этот комитет решил не разрабатывать чисто европейский стандарт передачи медицинских изображений. Поэтому в 1997 году первые 8 частей стандарта DICOM с небольшими изменениями и дополнениями были приняты им как европейский стандарт ENV 12052 (MEDICOM), а части 10 и 11, посвящённые обмену изображениями на внешних носителях, после определённой доработки были приняты как стандарт ENV 12623 (MI-MEDICOM).

ПРОБЛЕМЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ СТАНДАРТОВ

Мало разработать стандарт и добиться его утверждения де-факто или де-юре. Стандарт надо поддерживать в актуальном состоянии, отражающем постоянный прогресс медицинской науки и практики. Чем сложнее стандарт и чем большую предметную область здравоохранения он охватывает, тем сложнее и дороже его сопровождение. Не удивительно, что в здравоохранении «выживает» относительно небольшое число информационных стандартов, однако даже те, чья история насчитывает не один десяток лет, не могут рассчитывать на спокойное существование. Интеграция является одним из основных путей обеспечения жизнеспособности разработанных стандартов. Она может принимать различные формы, которые ниже обсуждаются на конкретных примерах.

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ СТАНДАРТОВ

Стандарты передачи записей в электронную историю болезни находятся как бы на более высоком уровне по отношению к стандартам медицинской терминологии. Первые указывают, как передавать информацию и какая информация должна передаваться при возникновении тех или иных событий. Вторые указывают, как кодировать передаваемую информацию и как отдельные её элементы связаны между собой. Хотя стандарты передачи записей обычно позволяют использовать любые системы кодирования за счёт того, что вместе с кодом можно передать имя использованной системы кодирования, однако большая степень свободы имеет свои недостатки. Если в двух медицинских информационных системах реализован один и тот же стандарт передачи записей, но используются разные системы кодирования информации, то эти информационные системы не смогут понимать передаваемые им коды. Поэтому в последнее время стандарты передачи записей, не отказываясь от возможности использова-

ния произвольной системы кодирования, стали выделять среди них рекомендованные. Если две медицинские информационные системы используют один и тот же стандарт передачи записей и одну и ту же систему кодирования информации, то проблемы взаимопонимания существенно снижаются.

Приведём несколько примеров вертикальной интеграции стандартов, то есть интеграции стандартов разного уровня.

Интеграция стандарта HL7 и кодов LOINC

Одним из важнейших приложений стандарта HL7 является передача заказов на лабораторные анализы и результатов анализов. Естественно, в сообщениях обмена заказами и результатами центральное место занимает номенклатура лабораторных анализов и диагностических исследований. К числу наиболее развитых классификаций лабораторных анализов относятся ось P (процедуры) номенклатуры SNOMED и коды LOINC, представляющие собой систему универсальных идентификаторов (названий и кодов), предназначенных для использования в электронных документах с результатами лабораторных и клинических исследований. Поскольку коды LOINC развиваются гораздо динамичнее оси P номенклатуры SNOMED и отличаются большей детализацией, то начиная с версии 2.3 стандарт HL7 рекомендует коды LOINC к использованию в своих сообщениях заказов/результатов лабораторных анализов и диагностических исследований. Однако, как отмечалось ранее, номенклатура SNOMED RT уже интегрируется с кодами LOINC, поэтому сегодня её прежние недостатки в части классификации лабораторных анализов в значительной степени преодолены.

Интеграция стандарта DICOM и номенклатуры SNOMED

Несколько лет назад казалось, что по аналогичному пути пойдёт стандарт DICOM: назревала его интеграция с номенклатурой SNOMED. Это было обусловлено тем, что результаты лучевого исследования, в сущности, являются мультимедийными документами, представляющими собой сочетание текстов, растровых и векторных изображений и даже звуков (надиктованных заключений). До недавнего времени в силу традиций и сложности подготовки мультимедийных документов эти компоненты результата существовали отдельно друг от друга. Чтобы объединить их в единое целое, необходимо было стандартизовать структуру и содержание текстовой части результата, обеспечив в ней возможность непосредственных ссылок на изображения,

на их компоненты, на звукозапись. Детальное описание этой проблемы можно найти в обзорной статье [Bidgood et al., 1999].

Хотя эта задача уже решалась в стандарте HL7, предложенное в этом стандарте решение не обеспечивало превращение результата лучевого исследования в мультимедийный документ. Поэтому разработчики стандарта DICOM предприняли собственную попытку стандартизовать текстовую часть результата лучевого исследования. Остановимся на этой важной задаче подробнее.

Способы придания данным структуры, необходимой для последующей компьютерной обработки, существенно зависят от технологии их ввода в компьютер. Для ввода текстовой части результатов исследований используются две основные технологии, а именно диктофонный ввод и непосредственный ввод. В первом случае врач-диагност диктует текст, который затем вводится оператором и передаётся врачу на подпись в бумажном или электронном виде. Во втором случае врач-диагност сам вводит текст в компьютер.

Технология диктофонного ввода значительно упрощает врачам оформление результатов исследований. Например, результаты гистологических исследований можно диктовать, не отрываясь от микроскопа. Однако сама по себе эта технология не обеспечивает возможности придания результатам структуры, пригодной для эффективной компьютерной обработки. Поэтому после ввода текста, как правило, нужно выполнить дополнительные действия, например присвоить отдельным компонентам текста коды из определённых медицинских классификаций. Эти коды впоследствии могут использоваться в процедурах выборки данных и системах обеспечения принятия медицинских решений.

Кодирование является очень важным элементом технологии. Оно позволяет избежать неоднозначности трактовки результатов исследований и значительно упростить последующую компьютерную обработку. Присваивание кодов может выполняться вручную, полуавтоматически или даже автоматически с помощью специальных и очень сложных программ семантической обработки медицинских текстов.

При непосредственном вводе текста результата исследования компьютерная программа может вести врача-диагноста по определённой схеме, тем самым придавая результату необходимую структуру. Но непосредственный ввод не всегда удобен и более трудоёмок для врачей, нежели диктофонный ввод. Существует много способов снижения трудоёмкости непосредственного ввода результатов исследований, которые попутно обеспечивают

их структурирование. Достаточно типичен следующий сценарий: врач-диагност формирует результат исследования из заранее заготовленных шаблонов (фреймов), в пустые гнёзда (слоты) которых вводятся числовые данные, например размеры или площадь выявленного образования, коды (которые можно выбирать из меню), ссылки на изображения, видеозапись и звукозапись. На всякий случай имеется вырожденный шаблон, целиком состоящий из гнёзда, в которое можно ввести произвольный текст. Этот сценарий имеет следующие достоинства:

— поскольку текст результата исследования формируется из шаблонов, то тем самым контролируется используемая терминология. При наличии семантических связей между шаблонами можно упростить процедуру выбора очередного шаблона и следить за полнотой результата исследования;
— библиотеку шаблонов можно формировать постепенно. Вначале можно пользоваться только вырожденным шаблоном, а затем добавлять в библиотеку наиболее распространённые заключения и фрагменты описаний, а также меню перечисляемых значений;
— в гнёзда шаблонов можно вставлять не только числа и выбор из меню, но также и ссылки на растровые изображения или их элементы, графики и кривые, аудио- и видеозаписи, что и позволяет превратить результат исследования в мультимедийный документ.

Однако у этого сценария имеются свои подводные камни:

— если библиотеки шаблонов и меню являются приватными и обновляются независимо друг от друга, то это приводит к невозможности автоматизированного сопоставления результатов исследований, оформленных с помощью одной и той же программы в разных учреждениях или даже на разных рабочих местах в одном и том же учреждении;
— централизованные библиотеки содержат гораздо больше шаблонов и меню, чем приватные. Действительно, словарь отдельного человека обычно ограничен несколькими сотнями слов. Такой словарь просто реализовать и модифицировать. Но если мы хотим объединить словари сотен и тысяч людей, то счёт пойдёт уже на десятки тысяч слов. При этом любое изменение централизованной библиотеки надо доводить до большого числа пользователей, что как в организационном, так и в техническом отношении представляет собой достаточно сложную задачу.

Кодирование результата исследования при непосредственном вводе обеспечивается неявным образом и не требует дополнительных трудозатрат от пользователей. Каждому элементу меню отвечает свой код, который используется при сохранении введённого результата в базе данных, но в явном виде в экранной форме не фигурирует и врачом не набирается. Смысловые группировки кодов берутся из структуры шаблонов.

Для решения задачи структурирования результатов лучевых исследований в 1996 году был разработан так называемый микроглоссарий SNOMED-DICOM (SDM), представляющий собой централизованную библиотеку шаблонов и меню, которая может использоваться как при кодировании диктофонного ввода, так и при непосредственном вводе текстовой части результатов. Он был разработан под эгидой Американского института патологоанатомов CAP (College of American Pathologists) на основе номенклатуры SNOMED. Его основными элементами являются шаблоны (templates) и контекст кодируемых значений (context groups), то есть меню значений, допустимых в данном контексте. Сами значения берутся или из номенклатуры SNOMED, или из некоторых других медицинских классификаций и стандартов (например, HL7 или LOINC). Поэтому микроглоссарий SDM является так называемым отображающим ресурсом (mapping resource). В последней версии SDM (от 30.11.1999) выделялось 15 шаблонов и 705 классов контекста.

Хотя указанный подход производит впечатление достаточно хорошо проработанного, в настоящее время альянс DICOM-SNOMED фактически оказался свёрнутым и задача стандартизации структуры текстовой части результата лучевого исследования всё ещё не получила удовлетворительного решения в стандарте DICOM. Произошло это, скорее всего, потому, что разрабатываемый язык шаблонов и меню оказался узко специальным и не смог конкурировать с универсальным языком XML (eXtensible Markup Language — расширяемый язык разметки [World Wide Web Consortium, 1998]), ставшим за последние несколько лет эпицентром внимания всех, кому приходится решать задачу структурирования документов. Он появился уже после начала работы по интеграции стандартов DICOM и SNOMED, поэтому какое-то время эта работа продолжалась по инерции. Когда же в 1999 году было решено активнее использовать язык XML, оказалось, что разработчики стандарта DICOM существенно отстали от тех, кто не был обременён подобной ношей и изначально ориентировался на использование этого языка. Наибольшего успеха к тому времени достигли авторы стандарта

HL7, которые почти с самого начала разработки архитектуры истории болезни PRA (Patient Record Architecture) решили использовать этот язык. Поэтому в 2000 году разработчики стандарта DICOM решили скооперироваться с комитетом HL7, что служит примером интеграции стандартов одного уровня, то есть горизонтальной интеграции. Остановимся на этом подробнее.

ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ СТАНДАРТОВ

Интеграции стандартов HL7 и DICOM – архитектура PRA

Архитектура PRA описывает структуру аутентифицированных окончательных записей в электронную историю болезни пациента (документов PRA). Документы PRA составлены на языке XML и являются «человекочитаемыми» и «машинообрабатываемыми». Первое означает, что документы PRA могут быть прочитаны пользователем с помощью широко распространённых браузеров языка XML и что для составления документов используется стандартный язык стилей оформления.

Второе означает, что документы PRA могут обрабатываться компьютером на следующих уровнях формализованной семантики:

— кодированный заголовок документа (уровень 1);
— кодированная структура документа (уровень 2);
— кодированное содержание документа (уровень 3).

Архитектура PRA предполагает три уровня «машинного» понимания передаваемых документов. Первый, самый ограниченный, предполагает, что компьютерная программа способна понимать только разметку медицинских документов на отдельные разделы. На втором уровне компьютерная программа должна понимать назначение каждого раздела, а на третьем — содержание каждого раздела. Архитектура PRA организована таким образом, что удовлетворяющие ей программы успешно обработают документы любого уровня, каждая на своём уровне понимания.

В документы PRA можно вставлять ссылки на изображения и другие нетекстовые объекты. Существеннее всего то, что для чтения документов PRA пользователь может применять не специализированные медицинские программы, а универсальные программы чтения языка XML (браузеры XML), что значительно облегчает разработку информационных систем и обучение пользователей и к тому же ощутимо дешевле.

Все эти свойства документов PRA позволили разработчикам стандарта DICOM принять решение об интеграции той части своего стандарта, которая описывает структурированные резуль-

таты лучевых исследований, с архитектурой PRA и справочной информационной моделью предметной области, разрабатываемой комитетом HL7. Первый вариант интеграции предусматривает такую трансляцию DICOM-объектов на язык XML, которая бы соответствовала принципам архитектуры PRA.

Проект SNOMED CT

Текущее состояние международной кооперации разработчиков стандартов медицинской терминологии детально описано в обзоре [Short Strategic Study]. Среди всех совместных проектов наиболее масштабным является недавно начатая работа Американского института патологоанатомов (CAP) и Национальной службы здравоохранения Великобритании (NHS) по созданию объединённой системы медицинской терминологии SNOMED CT (SNOMED Clinical Terms). Предыдущий опыт этих организаций по разработке номенклатуры SNOMED (CAP) и системы клинических терминов CT version 3 (NHS) показал, что существуют естественные пределы прироста базы данных медицинских терминов, который может обеспечить один коллектив разработчиков, — не более 5–10 тыс. терминов в год. А так как системы SNOMED и CT развивались, так сказать, навстречу друг другу (истоком номенклатуры SNOMED является система кодирования патоморфологических диагнозов SNOP, а системы CT — клинические коды Рида, ориентированные на систему первичной медицинской помощи), то пересечение этих терминологических систем оказалось не очень значительным (30–40 %). Таким образом, обе системы существенным образом дополняют друг друга. Новая система SNOMED CT проектируется таким образом, чтобы её можно было сделать многоязычной, она предназначена в первую очередь для использования в клинических информационных системах и базах медицинских знаний.

Предварительная версия номенклатуры SNOMED CT выпущена в январе 2002 года. Она объединяет SNOMED RT и третью версию системы кодов Рида (RCC3). Кроме того, в планах разработчиков внедрить в новую номенклатуру представление МКБ-10. Такое объединение, по мнению разработчиков, позволит получить самую исчерпывающую клиническую терминологию (как для общей медицины, так и для её специальных разделов), что поможет в создании всесторонней электронной истории болезни. Однако до момента окончательного оформления SNOMED CT классификации RCC3 и SNOMED RT будут продолжать существовать отдельно друг от друга.

4.3. Стандартизация в здравоохранении России

Объективная, достоверная и обновляемая информация имеет приоритетное значение для адекватного ведения лечебно-диагностического процесса и предотвращения нерационального расходования ресурсов. Для достижения этих целей государственная политика в области здравоохранения должна включать абсолютно чёткие стратегические установки [Отчёт о рабочем совещании ВОЗ, 1996], реализующиеся специальными инструментами, среди которых ведущее место занимают стандарты. Вопрос о роли информационных стандартов в становлении нового российского здравоохранения более чем актуален, тем более что фактор вседозволенности в медицине оборачивается крайне тяжёлыми последствиями [Чучалин и Шухов, 2000].

Работы по стандартизации отечественной медицины ведутся уже давно. В соответствии с приказом № 11 от 21 ноября 1996 сформирован подкомитет 55 «Информационные технологии в Охране здоровья» в составе Технического комитета 22 «Информационные технологии» Госстандарта России.

Комитет CEN/TC 251 решением № 400 от 12 марта 1997 года включил Подкомитет 55 в качестве полномочного представителя Госстандарта России для ведения технических вопросов. Российское представительство в CEN/TC 251 имеет статус наблюдателя.

В рамках всемирной организации по стандартизации (ISO) в 1998 году образован комитет «Health Informatics».

Россия явилась одним из инициаторов создания данного комитета и на правах активного участника (P-member) имеет возможность включения своих представителей в рабочие группы и участия в голосовании по текущим вопросам. Комитет ПК55 «Информационные технологии в охране здоровья» уполномочен Госстандартом РФ представлять нашу страну в данном комитете ISO.

Кроме подкомитета 55 стандартизацией в сфере здравоохранения активно занимаются и другие организации. В их число входит Центральный НИИ организации и информатизации здравоохранения (сайт расположен по адресу `http://www.cniiorgzdrav.mednet.ru`). Среди основных направлений деятельности института можно выделить следующие:

— Разработка информационных систем и системных решений для текущих и долгосрочных задач управления системой здравоохранения на различных уровнях на базе современных компьютерных технологий.

— Внедрение результатов НИР и передовых информационных технологий в практику здравоохранения.
— Установление правовых, организационных, экономических, информационных связей с другими ведомствами.

Кроме того, работа в данном направлении ведётся и в Лаборатории проблем стандартизации в здравоохранении ММА им. И. М. Сеченова (сайт расположен по адресу `http://www.zdrav.net/lab_about.html`). Лаборатория участвует в работе Экспертного совета Минздрава России по стандартизации в здравоохранении. К основным направлениям деятельности лаборатории относятся:

— Организация работы Экспертного совета по стандартизации в здравоохранении и его профильных комиссий.
— Координация деятельности по разработке нормативных документов системы стандартизации в здравоохранении.
— Разработка нормативных документов системы стандартизации в здравоохранении.
— Ведение фонда нормативных документов системы стандартизации в здравоохранении.
— Ведение фонда классификаторов медицинских услуг системы стандартизации в здравоохранении.

Перед должностными лицами, ответственными за политику в области здравоохранения, стоит ответственная задача сделать реальным не только создание системы стандартизации в предоставлении профессиональной информации, но и внедрить её через разработку «эталонных» документов, отвечающих всем требованиям новых информационных стандартов: единых учебно-методических руководств, практических рекомендаций и формуляров [Чучалин и Шухов, 2000].

Глава 5

ВАРИАНТЫ КЛАССИФИКАЦИИ МЕДИЦИНСКОГО ПО

В данной главе приводятся различные варианты классификации медицинского программного обеспечения, встречающиеся в литературе.

Функциональная классификация программного обеспечения определяется спецификой предметной области. В медицине можно выделить следующие функциональные классы систем:

1. Системы регистрации медицинской документации.
2. Больничные информационные системы.
3. Системы контроля выполнения лечебных назначений.
4. Лабораторные информационные системы.
5. Системы учёта и распределения лекарственных препаратов.
6. Системы для лучевой диагностики.
7. Системы мониторинга пациента.
8. Системы автоматизации делопроизводства.
9. Системы библиографического и информационного поиска.
10. Клинические системы поддержки принятия решений.
11. Системы клинического обследования.
12. Системы обучения медицинского персонала.
13. Диагностические системы.

Нужно отметить, что большинство реальных систем имеют многопрофильный характер.

Классификация *по глубине работы с медицинской картой* пациента [Ball and Collen, 1992]:

1. Системы, работающие с частью данных медицинской карты: departmental systems. Это лабораторные системы, административные, финансовые, фармакологические, системы для медсестёр, системы для реанимационных отделений.
2. Системы, работающие с медицинской картой в целом: CPR systems.

Классификация *по типу медицинского учреждения* [Гусев и др., 2002]:

1. Системы для поликлиник.

2. Системы для стационаров.
3. Системы для стационаров-профилакториев.
4. Системы для специализированных диагностических центров.
5. Системы для страховых компаний.
6. Универсальные системы для разных типов учреждений.

Достаточно *полную классификацию медицинских информационных* систем можно найти в работе [Гаспарян, 2002]:

1. Технологические информационные медицинские системы (ТИМС):
   - 1.1. автоматизированные системы клинико-лабораторных исследований (АСКЛИ), включая программно-аппаратные комплексы, предназначенные для функциональной, лучевой и лабораторной диагностики;
   - 1.2. автоматизированные системы консультативной вычислительной диагностики (АСКВД), включая системы, основанные на статистических методах, экспертные системы и телемедицинские диагностические системы;
   - 1.3. автоматизированные системы постоянного интенсивного наблюдения (АСПИН) для послеоперационных палат, реанимационных отделений, ожоговых центров и т. д.;
   - 1.4. автоматизированные системы профилактических осмотров населения (АСПОН).
2. Банки информации медицинских учреждений и служб (БИМС):
   - 2.1. банки медицинской информации лечебно-профилактических учреждений (БМИЛУ), которые включают в себя системы для поликлиник, стационаров, родильных домов и других ЛПУ;
   - 2.2. банки информации медицинских служб (группы населения административной территории, обслуживаемые учреждениями служб здравоохранения) (БИМСС), включая персонифицированные регистры специализированных служб (онкология, фтизиатрия, психиатрия, наркология, венерология), специальные регистры больных диабетом, врождёнными заболеваниями, ликвидаторов Чернобыльской аварии и другие;
   - 2.3. банки медицинской информации на всё население административной территории (БМИНТ), включая фонды ОМС, страховые организации.

3. Статистические информационные медицинские системы (СИМС):

   3.1. информационные медицинские системы «Здоровье населения» (ИМСЗН), в которых объектами выступают половозрастные и профессиональные группы населения в целом по России, регионам или муниципальным образованиям;

   3.2. информационные медицинские системы «Среда обитания» (ИМССО), в которых объектами являются социальные институты и экологические ниши (зоны);

   3.3. информационные медицинские системы «Учреждения здравоохранения» (ИМСУЗ), основанные на описании материально-технической базы учреждений, их совокупности по типам и характеристик их деятельности;

   3.4. информационные медицинские системы «Кадры здравоохранения» (ИМСКЗ), в которых объектами описания являются врачи, руководители, научные сотрудники;

   3.5. информационные медицинские системы «Медицинская промышленность» (ИМСМП), основанные на описании объектов-предприятий и объектов — продуктов этих предприятий (лекарств, изделий, оборудования).

4. Научно-исследовательские информационные медицинские системы (НИМС):

   4.1. автоматизированные системы научной медицинской информации (АСНМИ), основанной на описании документов — научных публикаций;

   4.2. организационные научно-исследовательские медицинские системы (ОНИМС), основанные на описании тематики научных исследований и их результатов по совокупности учреждений, научных направлений, проблемных комиссий;

   4.3. системы автоматизации медико-биологических исследований (САМБИ), основанные на описании поведения исследуемых объектов или их совокупности.

5. Обучающие информационные медицинские системы (ОИМС):

5.1. автоматизированные системы, контролирующие воспроизводство знаний по ответу на вопрос, выбранному из возможных вариантов (АСКВЗ);

5.2. автоматизированные системы, обучающие и контролирующие знания (АСОКЗ), т. е. представляющие знания и контролирующие их усвоение на основе АСКВЗ;

5.3. автоматизированные системы, обучающие решению задач, основанных на знаниях (АСОРЗ).

Данные классы выделены по следующим основаниям:
— объект описания;
— решаемые социальные задачи;
— пользователи;
— степень и направленность агрегации информации на уровне выходных документов.

В работе [Гулиев, 1999] все информационные системы с точки зрения *представления и обработки информации* делятся на три класса:
— фактографические ИС;
— документальные ИС;
— ИС «рабочих потоков» (Workflow).

Фактографические системы хранят сведения об объектах предметной области (подразделениях, сотрудниках, договорах, суммах, процентах и т. д.). Причём сведения о каждом объекте, например о сотруднике, могут поступать в систему из множества источников и разных документов. При размещении в системе этих сведений они преобразуются и хранятся в виде записей.

В *документальной системе* (системе документооборота) объект хранения — документы, так как именно документы накапливаются и обрабатываются. Для обработки информации не важно, какие сведения содержатся в документах (например, о размере заработной платы или назначенных пациенту лекарствах).

Некоторые авторы выделяют два типа документооборота:
— универсальный — автоматизирующий существующие информационные потоки слабоструктурированной информации. Такую систему документооборота часто называют аморфной;
— операционный — ориентированный на работу с документами, содержащими операционную атрибутику, вместе с которой ведётся слабоструктурированная информация.

В литературе продукты класса *«рабочих потоков»* (Workflow) определяются как программные системы, обеспечивающие полную или частичную координацию выполнения производствен-

ных операций (заданий, работ, функций), составляющих структурированные бизнес-процессы предприятия.

Важнейшей особенностью технологии Workflow является поддержка управления процессами, содержащими как автоматизированные — выполняемые средствами информационных систем, так и неавтоматизированные — выполняемые вручную — операции. При этом любой бизнес-процесс предприятия может быть представлен в виде процесса Workflow, если, конечно, этот процесс:

— выделен;
— структурирован;
— выполняется по правилам, которые можно сформулировать;
— периодически повторяется.

Первые три ограничения являются ответом на вопрос: «Какие процессы можно описать?», а последнее — «Какие целесообразно?».

Глава 6
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МИС

Цель настоящей главы — ответить на вопросы: какие факторы привели к имеющимся успехам применения компьютеров в медицине? какие тенденции развития компьютерных систем в медицине существуют в настоящее время?

Прослеживается исторический путь развития информационных технологий в медицине.

6.1. Краткая историческая справка

Первые попытки использования вычислительных устройств в здравоохранении для создания медицинских информационных систем были предприняты в середине 50-х годов в Соединённых Штатах Америки [Емельянов и др., 2000] с появлением на рынке универсальных компьютеров многоцелевого назначения. Первым проектом медицинской информационной системы в США был проект MEDINET, разработанный фирмой «General Electric».

Согласно распространённой точке зрения [Кобринский, 2000], информатизация отечественного здравоохранения берёт своё начало в работах Института хирургии им. А. В. Вишневского в области автоматизации диагностики.

6.2. История развития медицинских информационных систем в США

ИСТОРИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ПОВЛИЯВШИЕ НА ПОЯВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Развитие информационных систем было связано с изменением потребностей, существовавших в отрасли здравоохранения. В XIX веке здравоохранение в США представляло собой благотворительную, общественную программу помощи больным и нуждающимся людям и состояло из изолированных служб,

которые оказывали пациентам эпизодическую, неотложную помощь. Истории болезни велись учреждениями и специалистами, обеспечивающими медицинское обслуживание, в условиях, когда необходимость в обмене информацией между врачами или клиниками была невысокой.

На протяжении XX столетия отрасль здравоохранения росла и расширялась главным образом при поддержке федерального правительства [Staggers et al., 2001]. Содержание больничных историй болезни стало объектом тщательного изучения в 40-е годы, когда организации по аккредитации больниц начали настаивать на доступности аккуратных, хорошо организованных историй болезни как непременном условии аккредитации. Затем эти организации стали требовать, чтобы больницы предоставляли определённую сжатую информацию из истории болезни в национальные центры по обработке данных. Такие выписные эпикризы содержали:

— демографическую информацию;
— диагнозы при поступлении и выписке;
— продолжительность пребывания пациента в больнице;
— перечень основных выполненных процедур.

Национальные центры обеспечивали статистическую обработку этих эпикризов; с помощью выдаваемых ими результатов больницы могли судить о том, какое они занимают положение среди других аналогичных больниц.

В 50-е годы основное внимание уделялось количественному и качественному развитию учреждений здравоохранения. Средства на создание и развитие лечебных учреждений выделялись в рамках Акта о строительстве больниц в Хилл-Бартоне. В 60-е годы принятие законов о поддержке программ «Medicare» и «Medicaid» расширило доступ населения к медицинскому обслуживанию и фактически гарантировало учреждениям здравоохранения достаточное возмещение затрат на медицинское обслуживание.

В течение всего периода бурного развития системы здравоохранения истории болезни велись в бумажной форме и были ориентированы на нужды конкретного медицинского учреждения. Доступный, гарантированный и стабильный приток денежных средств на оказание помощи в стационарных медицинских учреждениях позволял учреждениям и специалистам, обеспечивающим медицинское обслуживание, особенно врачам, развивать новаторские подходы: применять новые лекарственные средства, передовые хирургические методы, современные приёмы диагностики.

Одним из таких новаторских подходов стало применение компьютерных технологий в клинической практике. Благодаря стабильной обстановке в здравоохранении в 60-е и 70-е годы, а также всё большей доступности компьютерных технологий и снижению их стоимости, врачи и другие специалисты стали исследовать возможности применения компьютеров для нужд здравоохранения. На этой ранней стадии усилия были направлены на развитие медицинских информационных систем и программных средств поддержки принятия решений.

МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

В 60-е годы начали создаваться медицинские информационные системы. Первые системы были ориентированы на передачу инструкций по оказанию неотложной помощи и получение данных от вспомогательных служб, в частности лабораторий и аптек. Эти системы были рассчитаны в первую очередь на обеспечение взаимодействия. Они собирали заказы и рецепты с постов медсестёр, направляли их в другие подразделения больницы и по ходу этого процесса регистрировали все действия, подлежащие оплате. Такие системы обычно занимались только вводом заказов и передачей результатов. Хотя они и содержали некоторую медицинскую информацию, например рецепты и результаты многих диагностических исследований, тем не менее их основной задачей был сбор информации для формирования счёта на оплату лечения, а не автоматизация самого лечения. В большинстве этих систем оптимизировались передача данных и их изображение, поэтому они были ориентированы на хранение и обработку текстовой информации, которую было легче выводить. Однако повествовательные данные трудно автоматически интерпретировать. Кроме того, обеспечение оперативного доступа к объёмистым текстам стоит довольно дорого. Ещё одной проблемой было то, что в разных учреждениях информационные системы отличались друг от друга по своим функциям.

В 1965 году в больнице Эль-Камино калифорнийского города Маунтин-Вью, при участии ракетно-космической компании Локхид, началась разработка медицинской информационной системы Technicon (современное название — система информации Technicon компании TDS). Когда в 1971 году эта система была впервые испытана в одном из отделений стационара, она обладала возможностью выполнять целый ряд сложных функций, связанных с лечебной, вспомогательной и административной деятельностью. Назначения врачей передавались вспомогательным службам, врачи получали результаты анализов и протоколы

рентгенологических исследований, планировались мероприятия по уходу за больными, велась документация. Согласно официальному заключению, система TDS эффективно поддерживала обработку всей необходимой информации для медицинских сестёр, врачей и персонала вспомогательных служб, в том числе службы лечебного питания, медицинской документации, аптеки, лаборатории, рентгенологии, респираторной терапии и канцелярии. Значительный объём функций системы TDS был особенно примечателен на фоне довольно-таки ограниченных возможностей компьютерных систем, существовавших в то время в США.

Воодушевлённые успехом системы TDS в Эль-Камино, сотрудники Национального института здоровья также внедрили у себя медицинскую информационную систему TDS с аналогичными функциями поддержки стационарного лечения. Эта система была известна способностью выявлять проблемы пациентов, представляющие интерес для медицинских сестёр лечебные задачи и назначения по уходу за больными. Разработанная медицинскими сёстрами Национального института здоровья система документации по уходу за больными успешно служила более 20 лет.

Вскоре появились и другие медицинские информационные системы (см. табл. 6.1). Среди наиболее известных систем, поддерживающих широкий спектр функций, направленных на обеспечение неотложной помощи, от ввода назначений до ведения клинической документации, были система HELP в больнице Святых последнего дня в Солт-Лейк-Сити, штат Юта, а также медицинская информационная система в Национальном институте здоровья Центра здравоохранения в городе Бетесда, штат Мэриленд. Ранние версии системы HELP обеспечивали прикроватный контроль за состоянием больных в отделениях интенсивной терапии, автоматизацию лабораторных исследований и чтение электрокардиограмм.

С начала 70-х годов перечень функций расширился за счёт введения дополнительных разделов в истории болезни, а также внедрения системы поддержки принятия решений.

Когда Лоренс Вид ввёл понятие проблемно-ориентированной истории болезни, это заставило пересмотреть традиционное отношение как к бумажной, так и к автоматизированной истории болезни. Вид оказался одним из первых, кто осознал важность придания истории болезни внутренней структуры независимо от того, хранится ли она на бумаге или в памяти компьютера. Он предложил, чтобы основой организации структуры истории болезни была медицинская проблема пациента и чтобы

все диагностические и терапевтические планы были привязаны к определённой проблеме. Компьютеризованная версия проблемно-ориентированной истории болезни предоставляла врачам советы в процессе ввода в компьютер их записей, заказов и рецептов. В ней появились многие технические инновации, например ввод с помощью сенсорных экранов, скоростная обработка транзакций и объединение микрокомпьютеров в сети.

В 70-е годы в США постоянно действовала Кайзеровская МИС с ВЦ в Окленде [Рузайкин, 2001], обслуживавшая 1,5 млн пациентов, 51 поликлинику и два госпиталя. К ней имели доступ 2 тыс. врачей и 13 тыс. медперсонала. В её состав входили несколько подсистем:

- ускоренного массового обследования населения с автоматической обработкой данных и выдачей результатов (20 станций, каждая из которых обслуживала одного человека в минуту);
- обработки данных, связанных с приёмом пациентов;
- сбора результатов диагностирования, предписаний врачей и отчётов о состоянии больных и др. (использовались 50 пунктов приёма и обследования);
- учёта применяемых медикаментов и анализа их воздействия на больных (выполнялась централизованная обработка данных, полученных из всех учреждений, входящих в МИС);
- информации о новых методах обследования, повышающих эффективность деятельности врачей и освобождающих их от заполнения документов вручную.

Ещё одна широко известная информационная система — Composite Health Care System (CHCS) — была разработана в 80-е годы Министерством обороны, затратившим на её создание 1,6 млрд долларов. Она пришла на смену вспомогательной системе TRIMIS и предназначалась для комплексной поддержки медицинской помощи в амбулаториях и отделениях неотложной помощи более чем 140 военных клиник и госпиталей. Из-за ограниченного финансирования и законодательства, запрещавшего Министерству обороны вести работу над системами компьютерного ведения историй болезни, при внедрении система CHCS обеспечивала главным образом второстепенные функции — поддержку лабораторных анализов, рентгенодиагностики, работы аптеки, а также планирование записи и приёма пациентов. Такие функции системы, как поиск результатов анализов и электронная почта, позволяли обеспечить преемственность лечения при переводе больных из амбулатории в стационар и наоборот.

К сожалению, некоторые возможности, например ввод назначений и регулирование приёма больных, можно было использовать только в амбулаторных условиях, а поддержка ведения лечебной документации так и не получила финансирования. Аналогичным образом, медицинская информационная система Regenstrief (см. табл. 6.1) поддерживала передачу назначений и работу вспомогательных служб, но функции, связанные с уходом за больными, разработаны не были.

Первые медицинские информационные системы, в частности те, что приведены в табл. 6.1, не выходили за пределы центров высокоспециализированной медицинской помощи и крупных правительственных проектов. Их главной целью являлась поддержка неотложной помощи, так как именно эта тема была в центре внимания в 80-е годы, когда шло создание этих систем. Медицинские информационные системы для отдельных медицинских учреждений разрабатывались и отлаживались в течение многих лет и даже десятилетий. Так, над системой HELP в больнице Святых последнего дня в Солт-Лейк-Сити, штат Юта, велась работа с конца 60-х. Система CHCS адаптировалась для медицинских учреждений военного ведомства в течение 10 лет, начиная с 1988 года, пока шло её внедрение. При всех отличиях в функциях, эти ранние версии медицинских информационных систем подвергались значительным модификациям, которые должны были учесть специфику оказания медицинских услуг, обычно в одном конкретном медицинском учреждении.

Несмотря на успешное функционирование этих систем, в 70-е и 80-е годы работа над поддержкой оказания медицинской помощи и ухода за больными была ограничена. Стационарные учреждения в этот период существовали за счёт платных услуг; поэтому администрация внедряла в первую очередь функции автоматизированного ведения бухгалтерии. Поддержка медицинских услуг отошла на второй план.

В конце 80-х поставщики медицинских информационных систем приступили к разработке и сбыту прикладных программ для лечебно-профилактических учреждений. Крупные поставщики, такие как Shared Medical Systems, HBOC, Cerner и другие, предлагали средства поддержки планов проведения мероприятий по уходу за больными, документации по уходу за больными и другие функции, полезные для медсестринских служб. С целью внести вклад в разработку программных средств, специализирующихся в области ухода за больными, в начале 90-х Американская ассоциация медсестёр опубликовала нормативы

для информационных систем, специализирующихся на поддержке медсестринского дела.

Многие из этих первых систем используются и по сей день. Планируется заменить систему CHCS Минобороны, систему HELP в больнице Святых последнего дня, а также медицинскую информационную систему в клиническом центре Национального института здоровья. Крупные поставщики часто предлагают прикладные программы, специализирующиеся на поддержке медсестринского дела, но в разных учреждениях эта поддержка различна. Так, например, система CHCS, а также медицинская информационная система Registrief до сих пор не имеют компьютерных возможностей для поддержки ухода за больными в больничных условиях.

ПРИМЕРЫ РАННИХ ИС

Система COSTAR

Система COSTAR была разработана в конце 60-х годов Барнеттом и его коллегами в Лаборатории кибернетики Массачусетского общего госпиталя (Laboratory of Computer Science of Massachusetts General Hospital). Эта система проектировалась для обеспечения выполнения Гарвардской программы общественного здравоохранения HCHP (Harvard Community Health Plan), но затем была пересмотрена, чтобы её можно было использовать в других учреждениях, обеспечивающих амбулаторное обслуживание пациентов. Разработчики расширили функциональные возможности системы (например, обеспечили выполнение функций, связанных с оплатой лечения) и удалили из неё многие функции, оказавшиеся специфическими только для плана HCHP. В 1978 году версия системы, получившая название COSTAR 5, была объявлена доступной любой организации, желающей использовать её или продавать как коммерческий продукт. В настоящее время учреждение, желающее установить систему COSTAR, может воспользоваться её общедоступной версией (public domain) или приобрести одну из многих коммерческих версий, обладающих более широкими возможностями. Общее число пользователей системы COSTAR неизвестно; на проведённый в 1986 году опрос пользователей откликнулось более 110 мест, в которых она была установлена.

Разработка системы COSTAR 5 преследовала две цели:

1. Улучшить лечение пациентов за счёт большей доступности и лучшей организации истории болезни.

2. Улучшить возможности управления амбулаторным учреждением с помощью автоматизации административных, управленческих и финансовых функций.

Для достижения этих целей разработчики системы выбрали модульный подход, позволяющий каждой организации настраивать систему на свои административные и клинические нужды и финансовые ограничения, а также обеспечили возможность постепенного наращивания модулей. Базовая система COSTAR 5 содержала модули:

— обеспечения безопасности и целостности данных;
— регистрации паспортных данных пациентов;
— записи пациентов на приём;
— формирования счетов на оплату лечения и финансовых отчётов;
— сбора и хранения фрагментов истории болезни;
— генерации отчётов управленческого характера.

Для функционирования системы было достаточно установить только модули обеспечения безопасности данных и регистрации пациентов, а также минимальный вариант модуля ведения истории болезни; расширенные функции ведения истории болезни и другие модули были необязательными.

Система COSTAR могла функционировать как полностью автоматизированная система ведения истории болезни. Будучи однажды введёнными, все медицинские сведения могли быть получены в режиме оперативного доступа; тем самым потребность в бумажной истории болезни исключалась. Перед приходом пациента на приём система распечатывала реферат истории болезни, предназначенный для просмотра принимающим врачом, а также формализованный бланк приёма, предназначенный для записи административных и медицинских сведений о пациенте. Никакая специфическая информация о пациенте в этот бланк не вносилась.

В процессе приёма пациентов врачи собирали медицинские данные и заполняли бланки приёма. Они отмечали соответствующие диагнозы, параметры и симптомы в кодированных списках проблем и указывали статус проблемы: M означало основную проблему (main), I — неактивную проблему (inactive) и так далее. Врачи могли вписать свои комментарии в специальное поле внизу бланка или надиктовать те сведения, которые должны были обрабатываться отдельно. После визита вспомогательный персонал вводил данные из бланка в компьютерную систему.

В дополнение к бланку визита модуль ведения истории болезни позволял получить три стандартных выходных документа:

— Отчёт о визите, обобщающий сведения об отдельном визите пациента, включая диагнозы, результаты осмотра и лабораторных тестов, а также лекарственные назначения.
— Отчёт о текущем состоянии пациента, обобщающий текущие сведения о состоянии здоровья пациента, включая список профилактических мероприятий, аллергии, основные и сопутствующие проблемы; семейную и социальную историю пациента, а также историю его заболеваний; результаты последних лабораторных тестов; текущие лекарственные назначения.
— Специальные диаграммы, обобщающие хронологию заболеваний и клинических исследований в виде упорядоченного по датам списка клинических наблюдений и результатов лабораторных тестов.

Модуль генерации отчётов управленческого характера обеспечивал вывод множества стандартных отчётов (например, числа визитов по пациентам, по врачам или по специальному виду услуги). Учреждения могли без труда добавить к системе вывод других периодических отчётов. Кроме того, система COSTAR обеспечивала работу со специальным языком медицинских запросов MQL (medical query language), который мог использоваться для выполнения произвольных заранее не запрограммированных сложных поисков информации в базе данных системы.

Система RMRS

Система RMRS (Regenstrief Medical Record System) была разработана Макдональдом и его коллегами в Медицинском центре Университета Индианы (Indiana University Medical Center). Она была введена в эксплуатацию в Мемориальном госпитале Уишарда (Wishard Memorial Hospital) в 1974 году. В 1988 году она обеспечивала ведение историй болезни более чем 250 000 пациентов, из них по меньшей мере для 50 000 пациентов данные существовали 9 лет и более. В этой системе хранилось более 25 млн записей об отдельных наблюдениях за пациентами; все эти записи были закодированы и могли выбираться в режиме оперативного доступа. Система RMRS представляла собой часть более широкой системы обеспечения административной деятельности, поддерживавшей запись пациентов на приём и формирование счетов на оплату лечения. Уникальной функцией компонента ведения истории болезни была система выдачи напоминаний, которая активно просматривала данные пациентов и выдавала врачам напоминания, основанные на 1400 закодированных протокольных правилах. Проведённое исследование по оценке

полезности начальной версии системы продемонстрировало, что напоминания значительно улучшили поведение врачей в части назначения необходимых лабораторных тестов и лекарственной терапии, а также в части модификации планов лекарственной терапии.

Система RMRS обеспечивала диспетчеризацию записи на приём и в преддверии визита пациента выдавала три документа:

1. Отчёт по оценке качества, содержащий рекомендации врачу о профилактических процедурах, которые должны быть выполнены для пациента, о проблемах пациента, на которые надо обратить внимание, а также о противопоказаниях к лекарственной терапии. Этот отчёт по завершении визита удалялся из памяти системы.
2. Хронологический эпикриз, представляющий собой упорядоченную по датам информацию о пациенте, хранящуюся в клинической базе данных.
3. Бланк визита, представляющий собой специфический для данного пациента бланк, в который должны вписываться медицинские данные, полученные при визите пациента. Содержание бланка (списки проблем, активных лекарственных назначений, общераспространённых лабораторных тестов, а также наблюдений, которые должны быть выполнены) определялось системой в зависимости от имевшихся данных пациента по правилам, заданным врачами.

По завершении визита врач заполнял дневник истории болезни, вносил изменения в список проблем, оформлял рецепты и заказы на лабораторные тесты, и всё это на бланке визита. Затем оператор вводил информацию о выполненных наблюдениях в клиническую базу данных. В систему RMRS можно было в закодированном виде вводить информацию о течении заболевания и сведения из дневника; однако из-за высокой стоимости ввода данных на практике вводилась лишь малая их часть, а в бумажную историю болезни подшивалась копия заполненного бланка визита. Таким образом, система RMRS не заменяла традиционную историю болезни, но дополняла её. Результаты лабораторных тестов и информация об отпуске лекарств получались системой RMRS от систем клинической лаборатории и аптеки.

Для получения выборок из файлов с историями болезни и для формирования отчёта с оценками качества использовался Медицинский язык запросов CARE. Набор операторов языка CARE определял критерий поиска. Результатом выполнения запроса являлся список историй болезни, удовлетворявший критериям запроса. Результатом формирования отчёта с оценками каче-

ства являлся перечень напоминаний, соответствующих критериям формирования.

Система TMR

Система TMR (the Medical Record) разрабатывалась Стедом и Хаммондом в университете Дьюка с 1975 года. Первоначально целью разработки было исключение из обихода бумажной истории болезни. Поэтому разработчики системы основной акцент сделали на получение и хранение данных о лечении пациентов, хотя система TMR выполняла и такие функции, как планирование приёма пациентов и формирование счетов на оплату лечения. К 1989 году эта система использовалась более чем в 25 учреждениях США и Канады. Одна из версий системы TMR использовалась нефрологической клиникой университета Дьюка. Начиная с 1981 года для всех пациентов этой клиники велась компьютерная история болезни; других историй болезни у них не было. Для каждого пациента в систему вводился полный перечень диагнозов и процедур и велась хронологическая запись анамнеза и осмотров, результатов лабораторных тестов, лекарственных назначений и процедур.

В преддверии визита пациента система TMR просматривала его историю болезни и выдавала бланк визита, в который уже были впечатаны последние клинические данные и назначенное лечение. Врач использовал этот бланк, чтобы получить уже имевшуюся информацию о пациенте и дополнить её собственными данными. Хотя врачи могли вписывать все данные в этот бланк для последующего операторского ввода, они старались выполнять непосредственный ввод в систему лекарственных назначений, поскольку в этом случае система предупреждала их о возможных лекарственных аллергиях и лекарственных взаимодействиях, а также обеспечивала расчёт правильной дозы.

Врачи могли просматривать полную историю болезни с помощью видеотерминалов. Система TMR могла предоставлять им данные из истории болезни, сгруппированные по следующим трём направлениям: проблемы, хронология и визиты. Врачи могли просматривать последовательные результаты исследований или тестов как в табличном, так и в графическом виде. Система также могла генерировать повествовательные текстовые заключения, используя данные, которые регистрировались в бланках с помощью меню, допускавших многократный выбор.

Система STOR

Система STOR (Summary Time Oriented Record) была разработана Уайтингом О'Кифе и его помощниками в Калифорнийском университете Сан-Франциско (UCSF). В 1985 году, через шесть лет после начала работы над пилотной системой, разработчики начали внедрять систему STOR как в стационарах, так и в амбулаторных учреждениях Калифорнийского университета. К 1988 году система STOR содержала 60 000 амбулаторных историй болезни, охватывала 22 клиники, обслуживающих 200 000 визитов пациентов ежегодно, и давала ответы на 2000 оперативных запросов в день. Исследование по оценке полезности системы показало, что врачи получали от системы STOR больше информации о пациенте, нежели от традиционной бумажной истории болезни.

Система STOR обеспечивала два вида информационных услуг:

1. Компьютеризованное хранение и выборку амбулаторных историй болезни.
2. Оперативное предоставление клинической информации о госпитализированных и амбулаторных пациентах в ответ на запросы пользователей.

Для выполнения этих функций система STOR вела общую базу данных для госпитализированных и амбулаторных пациентов. Информация попадала в эту базу данных с помощью локальной вычислительной сети из семи автономных компьютерных систем подразделений и вспомогательных служб больницы. В число справок и отчётов, выдававшихся системой STOR в режиме реального времени, входили справки о течении заболевания, графики и таблицы, списки проблем и назначенного лечения, а также регистрационные сведения. Кроме того, в любое время на любом терминале системы STOR можно было получить экранные формы, содержащие в обратной хронологии клинические лабораторные данные, заключения, результаты радиологических и рентгенологических исследований, выписные эпикризы и лекарственные назначения, а также заключения по электрокардиограммам.

Перед каждым визитом пациента в клинику система STOR собирала по локальной вычислительной сети все его данные, печатала частично заполненный бланк визита и выдавала в регистратуру требование на подборку бумажной истории болезни, если состояние пациента соответствовало определённым критериям (система STOR позволяла обходиться без традиционной бумажной истории болезни примерно для 75% визитов пациентов). В бланк визита была впечатана компактная информация

о пациенте, состоявшая из нескольких частей и содержавшая списки проблем пациента, назначенных лечебных мероприятий, результаты заданных лабораторных тестов; дневниковые записи (если таковые имелись), информацию из систем вспомогательных подразделений, сопутствующие проблемы, терапию и лабораторные данные, а также таблицы и графики. Формат и содержание бланка визита определялись в зависимости от диагнозов, клинических и других индивидуальных данных пациента. В процессе обследования пациента врач использовал бланк визита для пополнения списков проблем и лечебных мероприятий, для записи вновь появившихся данных, а также для записи дневника. Затем оператор вводил эту информацию в компьютер. Во всех клиниках обязательно вводились проблемы пациента и назначенное лечение, но дневниковые записи можно было либо вводить, либо копировать и подшивать в бумажную историю болезни.

Список проблем в системе STOR обладал необычно гибкой структурой и представлял собой произвольно глубокую иерархию кодированных и некодированных элементов (проблем, диагнозов, проявлений болезни или просто заголовков). С каждым элементом могло быть связано несколько значений (кодированных или некодированных), наблюдавшихся в разные моменты времени. Из одних элементов можно было выводить другие: например, элемент *ожидаемый вес беременной* определялся как функция от элементов *начальный вес беременной* и *срок беременности в неделях*.

СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Помимо первых медицинских информационных систем, в 80-е годы разрабатывались также системы поддержки принятия решений.

Системы компьютерной поддержки принятия решений (DSS) применяются для принятия решений по оказанию медицинской помощи пациентам. Исследователи Хог, Гарднер и Иванс выделяют следующие четыре вида поддержки принятия решений:

1. Предупреждение специалистов о возникновении угрожающей ситуации.
2. Критический анализ ранее принятых решений.
3. Предложения по лечебным мерам в ответ на запросы медиков.
4. Ретроспективные обзоры с целью обеспечения контроля над качеством лечения.

Доктор Уорнер одним из первых заинтересовался перспективами применения компьютеров для поддержки принятия реше-

ний. Ещё в 50-е годы он начал работать над прикладной программой, предназначенной для диагностики врождённых пороков сердца. Программа Уорнера под названием Iliad, а также некоторые другие программы, например DxPlain, Internist-I, MYCIN и QMR, стали первыми попытками помочь медикам в постановке правильного диагноза.

Хотя ранние версии систем DSS предназначались для поддержки лечения больных, велись работы и по созданию систем, ориентированных на поддержку ухода за больными. Самой первой прикладной программой, обеспечивающей поддержку ухода за больными, стала система Creighton Online Multiple Modular Expert System, или COMMES. Она была разработана в 70-е годы для помощи медицинским сёстрам при составлении планов проведения мероприятий по уходу за больными. Программа COMMES испытывалась в нескольких медицинских учреждениях и в некоторых из них была признана полезной. Позднее были разработаны опытные образцы программ поддержки принятия решений, предназначенные для медсестринской диагностики, а также для обучения персонала приёмам предотвращения недержания у помещённых в медицинское учреждение больных-хроников.

Как и медицинские информационные системы, ранние версии DSS были в большей степени ориентированы на проблемы лечения больных, чем на уход за ними. Однако из-за сложностей в разработке DSS, прикладные программы как того, так и другого вида охватывали лишь ограниченную часть общего процесса оказания помощи, например помощь в выработке оптимального плана мероприятий по лечению или уходу. К тому же системы DSS не слишком активно применялись из-за того, что они обычно устанавливались на других компьютерах, нежели медицинские информационные системы. Предполагалось, что медики должны вводить всю необходимую информацию в обе системы, однако лишь немногие врачи и медсёстры были готовы тратить время на ввод дополнительной информации. Поэтому ранние версии систем DSS использовались главным образом в качестве инструмента обучения студентов-медиков и будущих медсестёр и нигде не были полностью интегрированы в клиническую практику.

СИСТЕМЫ ВЕДЕНИЯ АМБУЛАТОРНОЙ ИСТОРИИ БОЛЕЗНИ (АМБУЛАТОРНОЙ КАРТЫ)

Электронная история болезни является основой как медицинской информационной системы, так и автоматизированной си-

стемы ведения амбулаторной истории болезни (в отечественной терминологии — амбулаторной карты). Оба вида систем обеспечивают как административные функции, так и процесс лечения пациента. Однако для амбулаторных систем многие функции автоматизированной медицинской информационной системы, например планирование питания и мониторинг состояния пациента в блоке интенсивной терапии, являются ненужными.

Амбулаторной истории болезни уделялось меньше внимания, нежели больничной, в связи с различиями в требованиях государственных и других контрольных органов к этим видам медицинского обслуживания. Кроме того, сиюминутный подход к хранению информации об амбулаторных пациентах и малый доход от визита пациента в клинику по сравнению со стоимостью стационарного лечения препятствовали вложениям средств и труда в составление описаний, которое является обычным делом в больницах.

Тридцать лет назад отдельный семейный врач обеспечивал почти всю амбулаторную медицинскую помощь своим пациентам. Однако сегодня ответственность за оказание такой помощи распределена между группами медицинских работников амбулаторных клиник и оздоровительных организаций. Амбулаторные истории болезни могут содержать длинные записи, сделанные различными медицинскими работниками, большое число результатов лабораторных тестов и разнообразный набор других элементов данных, например рентгенограммы, выписные эпикризы, заключения патологоанатомов. Поэтому потребности в применении компьютеров для облегчения амбулаторной помощи возросли.

В 1972 году Национальный научно-исследовательский центр здравоохранения (National Center for Health Services Research and Development) и Национальный центр медицинской статистики (National Center for Health Statistics) организовали совещание по разработке более систематического подхода к ведению амбулаторной истории болезни. Спустя несколько лет аналитики насчитали значительное число начатых разработок автоматизированных систем ведения амбулаторной истории болезни. Последующие продолжения этого исследования отметили значительный прогресс в разработке многих из этих систем.

Большинство автоматизированных систем ведения амбулаторной истории болезни содержит модули для ведения медицинских записей, выполнения административно-финансовых функций, а также для формирования отчётов. Многие общие принципы создания систем ведения истории болезни равным образом

приложимы как к стационарному, так и к амбулаторному лечению. Яркими примерами систем, поддерживающих ведение амбулаторной истории болезни, являются описанные ранее системы COSTAR, RMRS (Regenstrief Medical Record System), TMR (the Medical Record), STOR.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

В конце 80-х произошёл переход от системы ретроспективного возмещения стоимости медицинской помощи к системе предоплаты медицинских услуг по фиксированным ценам. Тем не менее в здравоохранении продолжали развиваться инфляционные процессы, что подталкивало широкую общественность в направлении перехода к управляемой медицине. С внедрением этой модели традиционно находившаяся в центре внимания медицины фигура врача стала уступать место фигуре пациента. При этом возросла роль пропаганды здорового образа жизни, профилактики заболеваний и сдерживания расходов на лечение. В то же самое время проблемы адекватности принимаемых медиками решений и эффективности лечения послужили стимулом для появления такого направления, как анализ исходов лечения. Базой для этих перемен стало объединение медицинских учреждений различных видов в комплексные сети. Появление комплексных сетей медицинской помощи изменило не только структуру всей системы здравоохранения и характер протекающих в ней процессов, но также виды информационных технологий, необходимых для их поддержки.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ВЕДЕНИЕ ИСТОРИЙ БОЛЕЗНИ

Компьютерное ведение историй болезни необходимо для эффективного контроля над лечением больных в рамках управляемой медицины. Оно является важнейшим условием для того, чтобы комплексные сети, объединяющие разные медицинские учреждения, могли реализовать стратегическую цель: интеграцию медицинской и деловой деятельности. В докладе Института медицины, посвящённом совершенствованию ведения историй болезни, отмечалась появившаяся в сфере здравоохранения тенденция к интеграции, а также значение компьютерного ведения историй болезни для обеспечения новых методов оказания медицинской помощи. В рекомендациях Института медицины также отмечалась необходимость ведения единых, сквозных компьютерных историй болезни, где бы собиралась и обрабатывалась вся

медицинская информация о человеке на протяжении его жизни, независимо от того, где он получает лечение. В центре такого нового подхода к контролю над медицинской информацией оказывается информация о лечении, которое получает каждый человек в разные периоды своей жизни, а также возрастающая роль многопрофильных бригад в оказании медицинской помощи.

В 90-е годы широко и бурно обсуждались достоинства интегрированных информационных систем. Их преимущества заключаются в снижении повторяемости и избыточности информации, её непротиворечивости, точности и доступности данных. Такие системы способны облегчить интеллектуальную работу врачей, повысить качество принятия решений в клинической практике, что в свою очередь приведёт к улучшению лечебных и организационных показателей.

Кроме того, от компьютеризации историй болезни планируется получить значительную финансовую экономию. По оценкам, в амбулаторных медицинских учреждениях раннее медицинское вмешательство и сокращение числа посещений врача по расчётам может привести к экономии до 15,3 млрд долларов в год. По данным презентации Боссарда и исследования Малквина, компьютеризация историй болезни способна обеспечить годовую экономию средств в масштабах от 12,7 до 36 млрд долларов за счёт снижения затрат на стационарное лечение, хранение историй болезни, временные затраты персонала, ускорения поиска медицинской информации и совершенствования обзора историй болезни.

В публикации Dorenfest-SIAD (1990) приводятся данные проведённого в 1990 году обследования национального рынка медицинских услуг, в котором приняли участие сотрудники 3 тыс. больниц. По полученным оценкам темп роста финансовых инвестиций в медицинские информационные системы составил от 20 до 40 % в год. Однако, хотя интегрированные медицинские информационные системы являются стержнем формирующихся здравоохранительных комплексов, развитие таких систем шло медленными темпами и осложнялось разного рода проблемами.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ ИСТОРИЙ БОЛЕЗНИ

Компьютеризация историй болезни требует более высокого уровня сотрудничества и объединения усилий системных разработчиков и тех, кто будет заниматься внедрением, — по сравнению с прежними обособленными попытками создания медицинских информационных систем и систем поддержки принятия

решений. Полностью реализованная система компьютерного ведения историй болезни должна содержать встроенную систему поддержки принятия решений. Существует несколько причин, по которым эти программы не получили широкого распространения. Разработка необходимой базы знаний — это чрезвычайно трудоёмкий процесс. Требование первоначальных капиталовложений, особенно в условиях повышенного внимания к затратам, ограничивает число медицинских центров, готовых выделить на выполнение этой задачи необходимые финансовые ресурсы. Ещё не закончены работы над стандартизацией словаря для компьютерных историй болезни, не прошла исчерпывающую оценку эффективность систем. Кроме того, не полностью рассмотрены вопросы правовой и этической ответственности за медицинские назначения, записанные в компьютерных историях болезни.

Ярким исключением на фоне отсутствия встроенных систем поддержки принятия решений является система HELP. Так, например, функция Antibiotic Assistant и программа ARDS (респираторный дистресс-синдром взрослых) служат примерами успешно работающих программ, позволяющих, соответственно, выбирать адекватное лечение антибиотиками и осуществлять мониторинг больных, находящихся на механической вентиляции лёгких. Успех этих программ в значительной степени обусловлен:

- доступностью архива данных о больных в системе HELP, что удобно для работы алгоритмических правил;
- структурированным словарём для поддержки принятия решений;
- значительным количеством персонала исследователей и разработчиков, заинтересованных в системах поддержки принятия решений.

Работы по стандартизации данных включают создание нормативной терминологии, употребляющейся в системах классификации оценки ухода за больными (NANDA), поддержки мероприятий по уходу за больными (Классификация мероприятий по уходу за больными), процедур и т. д. Хотя использование стандартной терминологии ещё далеко не приобрело всеобщего характера, такие группы, как Американский национальный институт стандартов, Рабочая группа по созданию стандартного словаря для информатизации здравоохранения, а также Рабочая группа по разработке кодов и структур Института компьютеризации историй болезни, продолжают заниматься созданием стандартизованной, детально разработанной медицинской терминологии.

Несмотря на перспективы, связанные с созданием интегрированных систем, и фундаментальную работу, направленную на обеспечение интеграции, усилия по компьютеризации историй болезни зачастую не приводят к успеху вследствие недостаточной совместимости прикладных программ или компьютерных систем, различных требований к поддержке инфраструктуры, а также высокой стоимости систем. Из-за установки на экономию расходов интегрированные информационные системы были ориентированы на вертикальную интеграцию на базе одной компьютерной системы, а не на горизонтальную, которая допускала бы взаимодействие разных компьютерных систем. Именно горизонтальная интеграция является необходимым условием эффективного построения систем, ориентированных на пациента. Даже когда эти ограниченные попытки интеграции оптимально организованы, длительные сроки разработки системы часто приводят к тому, что её окончательный вариант оказывается устаревшим: пока проводилась разработка и интеграция, клиническая практика ушла вперёд.

Ещё один вид трудностей, причём довольно устойчивых, связан с выработкой общей позиции при переходе от традиционной установки на избранную область знаний к междисциплинарному подходу, а также осознание того, какой именно вид поддержки нужен практикующим медикам. Решение всех этих вопросов вызывает трудности психологического и организационного характера, препятствуя быстрому и успешному развёртыванию систем компьютерного ведения историй болезни в рамках комплексных сетей медицинского обслуживания.

Итак, в деле разработки и успешного внедрения систем компьютерного ведения историй болезни в рамках формирующихся комплексных структур здравоохранения остаётся целый ряд трудностей. Чтобы приблизиться к цели, необходимы временные, финансовые и человеческие ресурсы для осуществления следующих задач:

1. Стратегическое планирование, увязывающее проблемы стратегии клинической практики, требования процесса лечения и инвестиции в технологии.
2. Разработка стандартизованных и эффективных информационных моделей, которые позволяли бы описывать методы клинической практики, определения данных и приёмы обеспечения единства и целостности данных.
3. Определение принятых стандартов клинической практики (т. е. номенклатуры, словаря клинической практики и протоколов).

4. Выбор эффективных, экономичных и реальных процессов клинической практики до начала автоматизации.
5. Вложение средств в человеческие ресурсы (имеются в виду медики и другие группы пользователей), особенно для целей обучения и практических занятий.
6. Сотрудничество, обучение и самосовершенствование в междисциплинарном ключе.
7. Вознаграждение за творческие и новаторские достижения.
8. Исследование возможностей распределения риска и организации партнёрских отношений с поставщиками.
9. Совершенствование эффективного соотношения затрат и прибыли для оптимальной поддержки долгосрочных решений.

ВЫВОДЫ

Ранние версии информационных систем и систем поддержки принятия решений представляли собой изолированные программы, рассчитанные на применение в рамках отдельно взятого медицинского учреждения и ориентированные на специалистов-

Таблица 6.1

Ранние версии медицинских информационных систем

Время	**Название системы**	**Название больницы/организации**	**Местоположение**
1965	Technicon (TDS)	Больница Эль-Камино	Маунтин-Вью, штат Калифорния
1968	COSTAR	Массачусетс-Дженерал	Бостон, штат Массачусетс
1960-е	HELP	Больница Святых последнего дня	Солт-Лейк-Сити, штат Юта
1970-е	DHCP	Управление по делам ветеранов	США
1968	TMP	Медицинский центр университета Дьюка	Дарем, штат Северная Каролина
1974	Regenstrief (RMRS)	Больница Уишард Мемориал	Индианаполис, штат Индиана
1970-е	Tri-Service Med. Information System (TRIMIS)	Министерство обороны (сухопутные войска, военно-морской флот, военно-воздушные силы)	Военные базы в разных странах мира
1970-е	PROMIS	Медицинский центр больницы в Вермонте	Берлингтон, штат Вермонт

медиков. С внедрением модели управляемой медицины подход к информационным системам изменился, возникла потребность в едином, сквозном ведении историй болезни. При всей привлекательности этой идеи её ещё предстоит реализовать. Продолжается процесс интеграции данных, необходимых для поддержки лечения больных, однако он требует решения вопросов, связанных с созданием правовой основы, защитой конфиденциальности и обеспечением безопасности. Дальнейшая информационная и технологическая интеграция, а также доступность медицинской информации в Интернете, вероятно, приведут к повышению информированности и расширению возможностей пациентов, пересмотру роли медицинских сестёр и появлению историй болезни, которые будут по-настоящему ориентированы на пациентов.

Таблица 6.2

История применения искусственного интеллекта (ИИ) в медицине [Fernandes et al., 1997]

Период	Событие
Середина 1950-х	Часто целью ранних попыток применения экспертных систем было полное замещение живого врача клинической системой принятия решений. Объектом этой деятельности был т.н. «врач в чёрном ящике», который мог бы запросить у пациента симптомы и поставить по ним диагноз.
Конец 1960-х	Первые экспертные системы показали свой большой потенциал применения в области медицины. На них стали возлагать значительные надежды.
1970	Доктор Вильям Шварц опубликовал в журнале «New England Journal of Medicine» важную статью о применении ИИ в области медицины. В результате множество учёных начали разрабатывать направления применения информатики в медицине.
1970	Медицинская школа Гарварда и Массачусетский технологический институт создали объединённую организацию, главной целью которой является всесторонняя помощь развитию образования, проведению исследований и оказанию услуг, относящихся к медицинской информатике. Организацию назвали «Здоровье, науки и технология» (Health, Sciences, and Technology — HST). Среди своих программ HST предложила обучение медицинской информатике и применению ИИ в медицине.
1975	Разработка экспертной системы MYCIN, основанной на правилах и предназначенной для диагностики бактериологических инфекций крови (Стэнфорд).
1975	Разработка экспертной системы INTERNIST, оказывающей помощь в диагностике, которая сочетала в себе обширную базу данных болезней и методы формулировки задач (Питсбург).

Продолжение табл. 6.2

Период	Событие
1976	Разработка экспертной системы CASNET (Causal-Associated Network), которая использовала физиологические модели для диагностики и лечения офтальмологических заболеваний (Rutgers Research Resource).
1977	Разработка экспертной системы PUFF для автоматической интерпретации тестов функционирования лёгких (Pacific Presbyterian Medical Centre, Сан-Франциско). Система PUFF (в своём коммерческом виде) была продана сотням учреждений по всему миру и до сих пор используется.
Конец 1970-х	Разработка экспертной системы PRESENT-ILLNESS для диагностики заболеваний почек (Массачусетский технологический институт). Система использует вычислительную модель, основанную на фреймах, которая является более сложной, чем используемые в других проектах системы, основанные на правилах.
1979	Основана Американская ассоциация искусственного интеллекта (American Association for Artificial Intelligence — AAAI).
1981	Разработка экспертной системы ABEL, использующей многоуровневые патофизиологические модели для диагностики заболеваний, вызванных нарушением кислотно-щелочного и водно-солевого баланса (Массачусетский технологический институт).
Начало 1980-х	Применение ИИ в медицине интенсивно исследуется в США. Работа в этом направлении ведёт к образованию специализированных институтских подразделений в ряде вузов (включая MIT, Pittsburgh, Stanford и Rutgers).
1983	Разработка экспертной системы PDS (CMU).
1983	Разработка экспертной системы MED1 (Kaiserslautern).
1984	Клэнси и Шортлиффе дают следующее определение медицинского ИИ: «Медицинский ИИ в основном ассоциируется с устройством ИИ-программ, которые проводят диагностику и выдают рекомендации по лечению. В отличие от медицинских приложений, основанных на других программных методах, таких как статистические и вероятностные, ИИ-программы основаны на символических моделях заболеваний и их отношении к данным пациента и клиническим проявлениям». На данный момент многое изменилось, и это определение должно рассматриваться в более узком смысле. Сегодня важность диагностики как процесса, требующего вычислительной поддержки в повседневной клинической практике, не является определяющим фактором.
1985	Разработка экспертной системы MED2 (Kaiserslautern).

Продолжение табл. 6.2

Период	Событие
Середина 1980-х	В Японии основана организация, названная «Проект 5-го поколения». Одной из её целей было оказание помощи по взаимодействию учёных, занимающихся ИИ.
Середина 1980-х	Разработка экспертных систем в это время имеет несколько недостатков: — экспертные системы не могут заменить собой экспертов, которые обеспечивают их знаниями; — большинство экспертных систем могут работать только на дорогих LISP-машинах; — LISP-машины не могут быть объединены в сеть. На данном этапе развития экспертных систем эти ограничения препятствовали их разработке как коммерческих приложений.
1986	Основание Европейского общества искусственного интеллекта в медицине (Establishment of European Society for Artificial Intelligence in Medicine — AIME).
1989	Разработка экспертной системы MUNIN для диагностики нейромышечных заболеваний.
Начало 1990-х	Неудачные попытки исследователей разработать экспертные системы удовлетворительного качества из-за недостаточного финансирования со стороны правительства и частного бизнеса. Учёные в области ИИ часто называют период с 1987-го по 1994-й «зимой ИИ».
1991	Разработка экспертной системы PEIRS (Pathology Expert Interpretative Reporting System) для создания отчётов по патологиям. PEIRS различает большое число патологических показателей с общей диагностической точностью около 95 %.
1993	Разработка лабораторной системы GermWatcher, основанной на ИИ. Эта система обнаруживает инфекции, приобретённые пациентом в процессе стационарного лечения, которые представляют основную причину продления времени пребывания пациента в стационаре и дополнительных расходов. Данные о микробиологической культуре из лабораторной системы госпиталя контролируются GermWatcher. GermWatcher — система, основанная на правилах, содержащая комбинацию общих и локальных критериев контроля инфекционных заболеваний.

Продолжение табл. 6.2

Период	Событие
Середина 1990-х	Исследования в области медицинского ИИ были продолжены в следующих направлениях: — получение всё большего количества данных в режиме online; — построение улучшенной информационной инфраструктуры; — использование технологий машинного обучения для принятия решений; — изучение и разработка более совершенных, удобных в использовании программ для профессионалов в области медицины. В центре всех этих начинаний было создание электронных историй болезни (Electronic Medical Records — EMR), которые служили центральным хранилищем информации о здоровье пациентов.
1997	Американская национальная библиотека медицины заключила контракты с множеством медицинских организаций по всей территории США на исследование инновационного использования национальной информационной инфраструктуры для оказания медицинской помощи, включая телемедицину и совместное использование информации.
Настоящее время	Завершение проекта по расшифровке генома человека и появление в результате этого новых применений ИИ в медицине. Объединение хранилищ знаний, созданных ИИ-системами в лечебных учреждениях по всему миру, что позволит им совместно использовать всю накопленную информацию. Эта информация будет агрегироваться ИИ-системами при помощи распределённых вычислений и последовательного анализа. Это, в свою очередь, позволит создать интерфейсы для приложений поиска данных, что приведёт к созданию экспертных систем, основанных на этих агрегированных данных. Совместное использование экспертных систем и нейросетей для создания нового поколения медицинских систем. Использование генетических алгоритмов в обучении экспертных систем. Просматривается тенденция возврата к индивидуальным госпитальным ИИ-системам, которые позволят анализировать каждый параметр данных пациента по отношению к текущим образцам болезней, хирургическим осложнениям и т. д.

6.3. История медицинских информационных систем в СССР

На заре применения ЭВМ для нужд здравоохранения типичной была ситуация, когда любая разрабатываемая МИС представлялась в виде последовательности операций, которая позволяла достичь заранее поставленной цели, отражающей общую полезность для здравоохранения. Система должна была обеспечивать решение определённого круга задач. В ту кибернетиче-

скую пору в представлениях разработчиков и заказчиков доминировало желание управлять системами, а не разумная обработка информации [Рузайкин, 2001]. Были предприняты первые попытки управлять больницей с помощью ИС, а точнее, обрабатывать данные, чтобы «обнаруживать заболевания, принимать решения по госпитализации, для стационарного наблюдения и лечения, выписки из клиники, а также наблюдения после выписки». Аппаратная платформа для таких систем основывалась на ЭВМ типа «Минск 22/23/32» и ЕС 1020/30/40. Связь между больницами и государственными учреждениями обеспечивалась такой аппаратурой передачи данных, как «Обь» или абонентский телеграф.

Начиная с 70-х годов развитие медицинских информационных систем разделилось по двум различным направлениям [Гусев и др., 2002]. Часть разработок пошла по пути создания интегрированных комплексов, в которых один мощный компьютер (сервер) использовался для поддержки различных приложений. При этом на начальном этапе вместо рабочих станций использовались терминалы. Другая часть разработок пошла по пути создания распределённых систем, которые поддерживали бы раздельную реализацию специализированных приложений с помощью самостоятельных компьютеров.

В обеих разработках доминировал принцип общедоступной единой базы данных, в которой хранится информация о пациентах. Распределённые системы долгое время оставались уникальными и не могли получить широкого распространения до появления технологии информационных сетей, которая обеспечила возможность установления быстрой и надёжной связи между отдельными разнотипными вычислительными устройствами.

В нашей стране работы в этом направлении проводилась АСУ Минздрава СССР. Сначала использовалась ЭВМ М-222, а затем её заменили более мощной ЕС ЭВМ. Основным информационным ресурсом для всех учётных МИС были данные из карты № 261, практически государственного стандарта для различных служб Минздрава и других учреждений.

Также были созданы и эксплуатировались МИС на базе ЭВМ М-220 для диагностирования различных заболеваний. Например, в Институте хирургии им. А. В. Вишневского лечащий врач с помощью такой системы мог оценить состояние больного после операции и возможные осложнения. В Институте сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева собственная диагностическая и контролирующая МИС на ЭВМ «Минск-23» позволяла проводить анализ параметров организма и условий ис-

кусственного кровообращения при операции на открытом сердце и магистральных сосудах.

Было разработано множество специализированных МИС, которые позволяли работать с физиологическими показателями больного, результатами лабораторных анализов, с рентгеновскими снимками и готовить данные для лучевой терапии по результатам наблюдений за пациентами.

Наряду с практическими исследованиями проводились и теоретические разработки. В 70-х годах в СССР вышли книги Е. И. Воробьёва и А. И. Китова «Автоматизация обработки информации и управления в здравоохранении» (1976) и «Введение в медицинскую кибернетику» (1977), в которых уже были рассмотрены основные принципы построения МИС.

В начале 80-х годов первые мини-ЭВМ появились в отдельных крупных ведомственных лечебных учреждениях Советского Союза. Поскольку они обладали достаточными финансовыми возможностями, внедрение информационных технологий началось именно там. Большинство из них предпочло путь собственных разработок прикладных систем, строго отвечавших их нуждам. В результате этого получились плохо тиражируемые и с трудом развиваемые системы. Обслуживанием и поддержкой функционирования этих систем занимались большие коллективы людей или даже целые вычислительные центры.

Ситуация радикально изменилась, когда были созданы первые микропроцессоры и первые персональные компьютеры (ПК), или микрокомпьютеры, что позволило значительно расширить базу для компьютеризации здравоохранения и послужило толчком для разработки средств программного обеспечения (ПО) нового поколения, давших возможность работы с компьютером даже врачам, не владеющим навыками программирования. В нашей стране компьютерный бум пришёлся на конец 80-х годов, когда каждое учреждение (медицинское или иное) считало делом чести иметь хотя бы один персональный компьютер.

Разработка отечественных автоматизированных компьютерных систем в медицине изначально шла по нескольким направлениям с использованием собственных сил и средств конкретного лечебного учреждения [Голубева, 2001]:

— разработка специализированного программного обеспечения для помощи врачам в принятии решений (экспертные системы);
— разработка автоматизированных рабочих мест отдельных специалистов (АРМ);

— создание автоматизированной истории болезни и амбулаторной карты.

С распространением персональных компьютеров (для нашей страны это конец 80-х — начало 90-х годов) процесс компьютеризации больниц и других лечебных учреждений в России приобрёл неуправляемый характер. Такими же неуправляемыми стали разработка и внедрение специализированных автоматизированных рабочих мест врачей. Практически во всех медицинских учреждениях разрабатывались для собственных нужд многочисленные АРМ диагностов, клиницистов, фармацевтов, медицинских регистраторов, статистиков и т. п., которые в дальнейшем попадали на рынок программных средств и предлагались к широкому распространению. Даже в одной и той же больнице для разных отделений создавались или приобретались разные, несовместимые между собой автоматизированные системы, которые, безусловно, облегчали труд отдельных специалистов, но не давали значимого эффекта для учреждения в целом. Некоторые из таких АРМ, в основном разработанные собственными программистами или врачами-энтузиастами, продолжают работать и по сей день, использование других постепенно сошло на нет в связи с изменениями технологии работы и отсутствием поддержки со стороны разработчиков, что неизбежно сопровождалось большими финансовыми потерями.

Именно в период «дикой» автоматизации среди руководителей медицинских учреждений сформировалось устойчивое мнение о «вреде» автоматизации, а специалисты, непосредственно занимающиеся эксплуатацией программного обеспечения, пришли к выводу, что автоматизированные системы для учреждений здравоохранения могут быть закуплены в готовом виде лишь в редких случаях, что обусловлено спецификой и большими структурными и организационными различиями больниц.

Лишь с конца 90-х годов и особенно в наши дни всё актуальнее становится централизованный подход к автоматизации. Его принципиальными отличиями являются:

— развитые механизмы обмена информацией;
— масштабирование;
— удобный графический интерфейс;
— соответствие мировым стандартам;
— доступная цена.

По мнению авторов, построение информационной системы лечебного учреждения на основе компьютерной технологии ведения историй болезни и амбулаторных карт является наиболее перспективным направлением. Вопросы создания, внедрения

и тиражирования этой технологии обсуждаются уже более десятилетия.

Глава 7
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИС

Медицинские информационные системы, являясь сплавом современных информационных технологий, продолжают своё эволюционное развитие. Причём развитие это идёт сразу в нескольких направлениях. В настоящей главе рассмотрены эти направления

.

7.1. Интернет

Приложения, ориентированные на Интернет, требуют знания целевой аудитории и её потребностей. Также необходимо умение общаться с потенциальными клиентами.

Интернет — это огромный шаг вперёд на пути развития МИС. На заре развития цифровой техники только сравнительно небольшая группа людей могла работать с медицинской информацией. Затем локальные сети и графические интерфейсы увеличили её доступность. Сейчас браузеры и другие веб-технологии привели к тому, что даже ребёнок может легко получить любую информацию. Но возникает вопрос: как использовать этот новый инструмент для улучшения работы учреждения?

В Интернете можно найти огромное количество медицинской информации. Только на сайте больниц и клиник Университета штата Юта по данным на 2000 год содержались более 800 документов по санитарному просвещению больных на испанском и английском языках [Staggers et al., 2001]. Развитие во многих странах мира высокоскоростных каналов и широко распространённое использование спутников связи обеспечит ещё более лёгкий и дешёвый доступ к информации в сети.

Дальнейшее развитие получат «бытовая» информатика и информационные системы, ориентированные на пациентов. Новые системы не будут ограничиваться фиксацией нужных для медиков данных, они позволят пациентам самостоятельно обращаться к нужной информации, вводить новую, пользоваться поддержкой

принятия решений. Примером такой системы может служить Kaiser Permanente's Web strategy, которая предоставляет пациентам возможность знакомиться с имеющимися в медицинских информационных системах данными и вводить новые.

Практикующие специалисты-медики отдают себе отчёт в том, что имеющаяся в Интернете информация может различаться по своему качеству. Рост доступности информации ещё не обеспечивает её надёжного качества. Поэтому и медикам, и пациентам необходимы навыки критического подхода к медицинской информации в сети. Медики, прошедшие специальное обучение, в большей степени могут быть уверены в знании критериев оценки. Незнакомые с программами обучения люди, в том числе пациенты, могут не владеть навыками критической оценки источников информации и её содержания, передачи полученной информации носителям разных культур, распознавания надёжных источников информации и веб-сайтов.

Специализированные программы обучения должны быть переориентированы с обучения базовым навыкам работы с компьютером на функции более высокого уровня, позволяющие использовать современные технологии для работы с медицинской информацией. Можно прибегнуть ещё к одной стратегии: размещать медицинскую информацию в сжатом формате и с подтверждением её достоверности, например в виде краткого обзора надёжных источников, так чтобы и медики, и пациенты имели доступ к информации высокого качества.

Всё большая доступность медицинской информации может способствовать пересмотру роли врача: из эксперта в области медицины он превратится в информационного посредника. Медики более не являются монопольными источниками медицинской информации, поэтому им придётся принять на себя особые обязанности: быть знакомыми с информационными источниками, разбираться в них и уметь объяснять их достоинства и недостатки пациентам и другим людям. Пациенты уже нередко просят врачей прокомментировать информацию, найденную в Интернете. Медикам понадобится освоить целый ряд приёмов, позволяющих на содержательном уровне обсуждать с больными возможный выбор лечения. Медицинские сёстры могут играть важнейшую роль поставщиков информации, отсылать больных к полезным сайтам, определять надёжность источников и обучать пациентов самостоятельно оценивать достоверность той или иной информации.

Информационные технологии преобразовали характер общения больных со специалистами-медиками. Пациенты получили

возможность посылать врачам письма по электронной почте с просьбами оказать несложную помощь, например выписать новый рецепт на закончившееся лекарство. Электронная почта получила настолько широкое распространение, что авторы статей дают врачам советы, как справляться с потоком почты от пациентов. В будущем пациенты, вероятно, всё чаще станут прибегать к этому сравнительно лёгкому и экономному способу общения со специалистами-медиками. Медики будут вынуждены видоизменить методы работы, выделив специальное время на работу с электронной почтой, присланной пациентами, и эта проблема связана с решением вопросов организации и оплаты услуг. Администраторам придётся пересмотреть понятие продуктивности работы, включив в него работу с почтой и Интернетом.

Вместо того чтобы обращаться за консультацией к врачу, пациенты порой предпочитают обмениваться медицинскими советами в чатах и других интернет-сообществах. Находятся предприимчивые люди, которые предлагают пациентам провести за них поиск в Интернете, причём плата за такие услуги бывает выше, чем стоимость консультации у врача. Необходимость подтвердить или опровергнуть сведения, полученные из таких источников, требует от врача дополнительного времени, выходящего за рамки десятиминутного визита.

В будущем наиболее активные пациенты будут всё чаще обращаться к интерактивным источникам в поисках сведений о своих болезнях, симптомах и методах лечения. Следовательно, нужно будет посвящать пациентов во многие методы поиска и оценки достоверности информации, которые входят в программы обучения медиков. Становится очевидным, что контроль над информацией переходит к пациентам. Некоторые из них запрашивают электронные версии информации о своём здоровье из различных медицинских центров, компилируя собственные истории болезни. Не исключено, что пациенты будут сами решать, кому из врачей предоставлять доступ к тем или иным сведениям о своём здоровье.

А что будет с теми, кто не имеет доступа к информационным технологиям или не хочет обращаться к интернет-ресурсам? Пожалуй, медикам понадобится широкий спектр методов и ресурсов, позволяющих иметь дело с любыми типами пациентов: от широко информированных, пользующихся Интернетом больных до людей, не имеющих доступа к информации и выхода в Сеть.

ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИИ И МИС

При использовании интернет-технологий персоналу не потребуется специальная сеть для работы с приложениями, а клиенты смогут получать информацию вне зависимости от того, где они находятся. Тем самым целевая аудитория, использующая ваши приложения, распространится за пределы вашей локальной сети и за границы вашей компании. Веб-интерфейс может продлить срок жизни ваших приложений.

В интернет-ориентированных медицинских приложениях ключевым моментом является идентификация пользователя системы — поскольку, разрабатывая приложения, имеющие веб-интерфейс, вы имеете возможность дать доступ к ним любому человеку, подключённому к Интернету.

При планировании стратегии внедрения интернет-технологий на предприятии основными задачами являются:

— определение целевой аудитории (т. е. тех, кто будет пользоваться вашими веб-приложениями);
— определение того, какие приложения наиболее выгодно разместить в Интернете;
— балансировка количества пользователей веб-приложений с пропускной способностью канала связи и обеспечением сохранности данных.

Ваша потенциальная веб-аудитория состоит из трёх основных групп: управляющие компании, медицинский персонал и клиенты (или потенциальные клиенты). Каждая группа имеет разные информационные потребности.

Управляющим, предположительно, будет нужна информация для создания презентаций, составления различных обзоров, подсчёта результатов и проведения других видов анализа. Эта деятельность включает в себя передачу только небольшого количества информации с большой загрузкой сервера баз данных. В большинстве своём передаваемые данные являются конфиденциальными.

Медицинский персонал будет проверять состояние пациента, смотреть его историю болезни, изучать результаты анализов, передавать лечебные назначения. Некоторые виды этой деятельности (например, изучение медицинских снимков) могут потребовать широкополосного канала связи. Также возможно возникновение экстренных ситуаций, связанных с угрозой для жизни пациента. Практически все данные являются конфиденциальными.

Клиенты, или потенциальные клиенты, будут изучать свои медицинские карты или смотреть общую медицинскую информацию. Компании, подобные Consumer Health Interactive в Сан-

Франциско и Lexant в Сиэтле, разрабатывают ориентированное на пациентов ПО для многих медицинских учреждений, включая калифорнийский Blue Shield и бостонский Harvard Pilgrim Health Care. Передаваемых данных будет немного. Доступ к информации, скорее всего, не будет жизненно важным. Лишь небольшая часть данных будет конфиденциальной.

Предсказание желаний вашей потенциальной аудитории и анализ статистики используемых приложений поможет вам решить, какие приложения вашей компании нужно разместить в Интернете. Например, предоставление пользователям возможности видеть состояние пациентов в стационаре может быть простым в реализации и в то же время разгрузит телефонных операторов. И наоборот, предоставление пациентам возможности изучать собственные истории болезни может быть проблематичным как в части создания подходящего приложения, так и в части поддержания конфиденциальности.

После создания приложений необходимо их разместить в Интернете. Уровни доступа помогут вам решить проблемы авторизации. Например, некоторая общемедицинская информация может быть доступна каждому. А другая информация (медицинская, финансовая и т. д.) может потребовать специальных мер по обеспечению секретности (пароли, смарт-карты и т. д.).

Приложения, которые пользуются большим спросом и не требуют повышенной секретности (например, системы предоставления информации клиентам) хороши для начала. Приложения, предъявляющие повышенные требования к обеспечению секретности или требующие широкополосного канала связи, не очень подходят для размещения в Интернете.

7.2. Технологии распознавания речи и рукописного текста

Медицинская информатика начинает интенсивно использовать технологии распознавания речи и рукописного текста, так как они перешли из разряда концептуальных проектов в разряд удобных инструментов.

ТЕХНОЛОГИЯ НЕПРЕРЫВНОГО РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ (THPP)

В 1996 и начале 1997 годов был совершён прорыв в области THPP, когда она перешла из лабораторий в настольные PC-продукты. Теперь пользователям не нужно говорить медленно, отчётливо, делая в словах неестественные паузы.

Компании IBM, Lernout & Hauspie, Philips, Dragon Systems при разработке своих систем проделали впечатляющую работу по распознаванию естественной речи, учитывая комбинирование слов на лету и вариации в произношении. С выходом этих программных продуктов открылась новая эра в работе людей с компьютерами.

Сейчас все четыре производителя имеют специализированные продукты для здравоохранения. Их дистрибьюторы предлагают всё более и более мощные законченные решения, такие как: отчёты рентгенологии, напоминатели (reminders) для пациентов, отчёты о загруженности, общие приказы и т. д.

Проведённое социологическое исследование показало востребованность новой технологии: 31 % из 1754 опрошенных медиков сказали, что будут использовать новую технологию в ближайшем будущем.

Распознавание речи пригодится там, где недоступны людские руки и нужна запись под диктовку. Например, в операционных, где запись под диктовку уже стала общепринятой; в отчётах рентгенологии, когда врач-рентгенолог занят обработкой плёнки или работой с другим оборудованием, и т. д.

Уменьшение расходов в этих случаях неоспоримо, даже учитывая то, что придётся затем проверять и корректировать результаты распознавания. Будущие разработки в области распознавания речи связаны с областями применения, в которых пользователь не может писать или ему это делать неудобно. Например, многие врачи имеют плохой почерк и не любят писать.

Современные THPP-продукты удовлетворительно преобразуют естественную речь в текстовые файлы. Основной качественный скачок был связан с переходом от дискретного распознавания речи к непрерывному.

Несмотря на впечатляющие успехи, THPP-продукты имеют ряд недостатков. Например, введённый текст требует корректировки либо «на лету», либо впоследствии. Медицинские THPP-продукты имеют тенденцию корректно распознавать медицинские термины, но у них возникают трудности с распознаванием простых связующих слов «и», «но» и т. д.

Что дальше? Хотя программное обеспечение рекламируется как независимое от акустического оборудования, на практике всегда требуется некоторое время на тренировку программы для работы на новом оборудовании, а также с новым пользователем.

Наряду с этим возникают проблемы с необходимостью корректировки распознанного текста. Иногда приходится прослушивать акустическую запись, чтобы точно восстановить исходный

текст. Для обеспечения высокого качества распознавания речи необходимо свести к минимуму посторонние звуки и использовать только высококачественное акустическое оборудование.

Компания IBM выпустила ориентированный на медицинский рынок THPP-продукт MedSpeak. Он включает в себя новый модуль — словарь медицинских терминов (более 25 000 слов), что существенно повышает качество распознавания речи, содержащей медицинские термины. Также готовятся к выходу модули рентгенологических и патологических терминов.

Не секрет, что технологии непрерывного распознавания речи развиваются очень быстро. Среди новейших разработок — продукт Clinical Reporter for Primary Care компании Lernout & Hauspie, применяемый при оказании первой медицинской помощи и состоящий из модуля распознавания речи и модуля для связи через Интернет, и продукт Now You're Talking Deluxe, представляющий собой офисный пакет приложений для речевого набора текста и управления блокнотами, расписаниями и адресными книгами.

Продукт Naturally-Speaking Mobile от компании Dragon Systems позволяет записывать текст на устройство размером с мобильный телефон с последующей возможностью переноса записанных данных на PC. Программа NaturallyOrganized позволит вам отредактировать распознанный текст и отправить его по почте.

ТЕХНОЛОГИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТА (TPPT)

Технология распознавания рукописного текста является одним из самых перспективных направлений развития медицинской информатики. При должном уровне реализации, в сочетании с планшетными компьютерами она обещает радикально изменить способ взаимодействия медперсонала с информационными системами. Для внесения записей в историю болезни, выписывания рецептов и многого другого врач сможет пользоваться привычной ручкой вместо громоздкой клавиатуры.

Результатом применения TPPT будет повышение уровня «читабельности» медицинских записей, что представляется весьма существенным достижением, так как врачебный почерк стал уже притчей во языцех. Кроме того, эта технология поможет перевести в электронный вид бумажные медицинские документы.

По способу задания входных данных задачи распознавания рукописного текста делятся на задачи распознавания двумерных изображений и задачи распознавания траекторий (параметризованных кривых на плоскости). Изображения получаются в ре-

зультате сканирования реального текста, а траектории получаются в процессе «рукописания» каким-либо устройством (например, стилусом TabletPC), сообщающим компьютеру свои координаты и/или скорость.

Пока не существует сколько-нибудь приемлемой технологии распознавания настоящих рукописей. Эта задача является очень сложной. Существующие решения могут распознавать с достаточной степенью надёжности только очень простые и очень массовые тексты, имеющие ограниченный словарь или даже алфавит и какую-либо заранее известную дополнительную структуру, например различные анкеты, бланки, формы и т. д.

Распознавание рукописного текста в виде траекторий существенно проще, чем его распознавание в виде изображений, поскольку оцифрованная траектория существенно компактнее, а полезной информации содержит намного больше. Уже существуют системы, достаточно хорошо распознающие простой текст, заданный траекториями. Трудности возникают лишь при распознавании текстов нетривиальной структуры — с таблицами, формулами, картинками, переходами с одного языка на другой и т. п.

7.3. Беспроводные технологии

Беспроводные компьютеры не только забавные игрушки. Они придают мобильность и функциональность множеству приложений.

Беспроводные компьютеры часто считаются прерогативой любителей технологических новинок. Но могут ли эти стильные, высокотехничные аксессуары действительно повысить качество оказываемых медицинских услуг?

Новые беспроводные медицинские приложения отпугивают своей технической новизной, но также и притягивают своей практической полезностью.

Беспроводные устройства могут использоваться для просмотра результатов исследований, служить записными книжками при приёме пациентов, обеспечивать доступ к различным справочникам, например к справочнику лекарственных средств. Они также могут служить в качестве пейджера, магнитофона, записной книжки, т. е. тех предметов, которые уже активно используются медперсоналом.

США можно признать лидером в использовании различных технологических новинок в медицине, в том числе карманных компьютеров и смартфонов. Новейшее исследование, проведён-

ное в декабре 2003 года компанией Skyscape (сайт компании — http://www.skyscape.com), провайдером мобильных справочных систем по лечению и уходу за больными, показало, что 85 % из 900 врачей, принявших участие в опросе, считают, что КПК помог уменьшить число ошибок при лечении. При этом более половины респондентов заявили, что число ошибок уменьшилось на 4–5 %.

Известно, что в США медицинские ошибки ежегодно обходятся системе здравоохранения в 2 млрд долларов. Таким образом, применение американскими врачами КПК позволяет сэкономить больше 100 млн долларов только на уменьшении числа неправильных назначений лекарств.

Однако до сих пор меньше 20 % медиков интегрируют свои КПК с более мощными информационными системами больниц, которые содержат истории болезней, назначений и т. д.

Согласно исследованию Scyscape, респонденты указали, что применение КПК приносит им значительную выгоду, позволяя больше времени уделять своим пациентам. При этом улучшается не только общее качество обслуживания (в 90 % случаях), но и увеличивается число ежедневно принимаемых пациентов (на 2–3 человека).

Исследование показало, что больше 88 % врачей пользуются своими КПК по крайней мере 4 раза в день, а 15 % — прибегают к их помощи свыше 25 раз в день. При этом 72 % врачей утверждают, что применяют КПК при лечении больных. В основном они используют наладонники как справочники по лекарствам и симптоматике, а также в качестве руководства по применению лекарств и лечению.

Учреждения здравоохранения нуждаются в повышении качества оказываемой медицинской помощи и в снижении её себестоимости. Если они смогут использовать беспроводные устройства для более эффективного сбора клинических данных, то, соответственно, получат более мощные инструменты для повышения качества оказываемой медицинской помощи и её удешевления.

На данный момент КПК наиболее востребованы среди медсестёр, фармацевтов и физиотерапевтов. Компании — производители КПК активно ведут работу по продвижению своих продуктов среди медработников другой специализации.

Покупатели, готовые приобрести мобильные устройства, не должны ожидать от них той же функциональности, которую предоставляет настольный компьютер. Например, врачи нередко хотят уместить семнадцатидюймовый монитор в своём кармане. Вместо того чтобы решить, где можно использовать с макси-

мальной выгодой беспроводные устройства, медики продолжают использовать рабочие станции с их громоздкими приложениями.

В конечном счёте, беспроводной доступ к медицинской информации должен распространиться за пределы лечебных учреждений. Конечная цель — создать медицинские информационные системы государственного масштаба.

7.4. Обеспечение сохранности данных

Всё возрастающие потребности медицины в сохранности данных обусловлены непрерывным развитием технологий.

Под конфиденциальностью чаще всего понимается всё то, что разрешает, ограничивает или запрещает доступ к системе в соответствии с полномочиями пользователя. Важно и то, чтобы система безопасности сохраняла достаточный уровень эффективности, предоставляя доступ к данным авторизованным пользователям без существенных задержек и препятствий.

Медицинские учреждения всегда занимались вопросом сохранности данных — как медицинских карт пациентов, так и данных о штате медицинского учреждения, административных данных. Однако нововведения, обусловленные развитием технологии, увеличили потребность здравоохранения в сохранности информации. Например:

- медики, плательщики, страховые агенты, рабочие и др. стали более многочисленны и стали чаще пользоваться электронными средствами сбора информации, в т. ч. и конфиденциальной;
- пациенты стали больше беспокоиться о защите конфиденциальности;
- появилось множество способов получить неавторизованный доступ к секретной информации.

Важность этих факторов подвигла правительственные организации на активные действия. Например, в США Акт о переносимости данных в медицинском страховании (The Health Insurance Portability and Accountability Act — HIPAA), изданный в 1996 году, обязывает все организации здравоохранения обеспечивать приватность и конфиденциальность медицинской и деловой информации о пациентах.

HIPAA выдвигает ряд основных технических и административных требований к некоторым аспектам обеспечения сохранности данных (например, к электронной подписи), но не обязывает медицинские учреждения пользоваться ими. К сожалению, ряд

определённых требований ещё окончательно не принят медицинским информационным страховым законодательством.

Здравоохранение ещё никогда не использовало технологию электронной передачи данных в таких масштабах, которые необходимы сегодня. Поэтому существующие меры обеспечения сохранности данных больше не удовлетворяют возрастающих потребностей здравоохранения в конфиденциальности.

В настоящее время медицинские организации продолжают использовать стандартный способ обеспечения секретности, основанный на паролях. Но в сегодняшнем мире сложных систем, сетей, хакеров этого способа недостаточно.

Новейшие разработки в области обеспечения секретности могут защитить информацию в системах и точки доступа к ней, помогая устранить недостатки парольного метода.

МЕТОД ОДНОКРАТНОГО ВВОДА ПАРОЛЯ

Использование технологии однократного ввода пароля избавляет пользователя от необходимости помнить множество разных паролей. При использовании специализированной системы идентификации осуществляется более надёжная идентификация пользователя и возрастает простота администрирования системы.

ФАЕРВОЛЫ (FIREWALLS)

Авторизация внешних агентов, пытающихся получить неавторизованный доступ, может быть выполнена посредством фаерволов. В сочетании с надёжной системой идентификации с однократным вводом пароля, фаервол может обеспечивать более качественный уровень секретности.

ШИФРОВАНИЕ

Инфраструктура публичного ключа и цифровые сертификаты предоставляют гарантию того, что почтовое сообщение, медицинская карта, врачебное назначение было послано идентифицированным, авторизованным отправителем и получено авторизованным адресатом. Залогом их успешного использования является увеличение числа сертифицированных производителей цифровых сертификатов.

Стоит отметить, что организациям здравоохранения необходимо пересмотреть взгляды на проблему повышения секретности. Объёмы инвестиций учреждений в защиту медицинской информации зависят от множества факторов, включая расходы

(капитальные и эксплуатационные), приоритетные инвестиционные направления, финансовые и кредитные потери, обусловленные нарушением секретности, и трудности, возникающие из-за постоянно меняющихся правил и процедур.

Важность переоценки уровня защиты критичной информации ясна. Бездействие непростительно как с точки зрения перспективы развития, так и с точки зрения удовлетворения потребностей пациентов.

7.5. Серверы приложений и тонкие клиенты

Возрастающие потребности конечных пользователей и высокие цены побуждают здравоохранение к переходу на использование серверов приложений и тонких клиентов.

Специалисты в области информационных систем занимаются трудной задачей управления сложной сетью клиентов и серверов в рамках ограниченных финансовых ресурсов. В то же самое время они работают над предоставлением функциональности МИС широкому кругу пользователей через Интернет, интранет и экстранет.

Зачастую администраторы не имеют достаточных возможностей управления сложной инфраструктурой компьютерного и программного окружения своего учреждения. Что же будет, если они попытаются предоставить доступ к МИС сотням или даже тысячам неконтролируемых пользователей?

Трёхзвенная архитектура программного обеспечения, основанная на использовании серверов приложений, позволяет снизить высокие эксплуатационные расходы, свойственные клиент-серверной архитектуре, а также удовлетворить потребность в расширении функциональности приложений за пределы медицинского учреждения.

Рассмотрим три основных преимущества использования серверов приложений:

1. *Преимущество установки и обновления программного обеспечения.* В классической клиент-серверной архитектуре код приложения остаётся там, где он используется, т. е. на клиенте. Сложные приложения должны регулярно устанавливаться и обновляться на каждом компьютере. При использовании трёхзвенной модели бизнес-логика системы целиком сосредоточена на сервере приложений. Таким образом, отсутствует необходимость в обновлении программного обеспечения на клиентских компьютерах, достаточно обновить его лишь на сервере приложений.

2. *Преимущество «написано один раз — работает везде»*. Разработчики не должны хранить копию исходного кода запускаемых приложений для каждой клиентской среды выполнения, так как все приложения выполняются на сервере приложений в единой среде.
3. *Преимущество повсеместного информационного доступа*. Любое совместимое устройство, включённое в сеть, позволит пользователям получить доступ к информационной системе и работать с ней обычным образом. Если устройство выйдет из строя, то информация не будет потеряна. Все данные приложения будут доступны с другого устройства.

ТОНКИЙ КЛИЕНТ

Неотъемлемой частью трёхзвенной архитектуры является концепция тонкого клиента. Возрастающая экспансия этой архитектуры заставила рынок представить широкий спектр аппаратных устройств, которые уменьшают общую стоимость владения и устраняют сложности, связанные с клиент-серверной архитектурой. Тонкими клиентами являются браузеры, сетевые компьютеры, оконные терминалы и настольные компьютеры, подключённые в сеть. В то же время некоторые уникальные тонкие клиенты появились на потребительском рынке в форме персональных цифровых устройств (PDA) и интернет-приставок для телевизоров.

БРАУЗЕРЫ

Браузеры — это программные тонкие клиенты. Для связи они используют в основном HTTP-протокол.

Специфика создания приложений, рассчитанных на работу с браузером, состоит в том, что разработчик в большинстве случаев (если кроме HTML требуется дополнительная функциональность) должен использовать либо технологии, зависящие от конкретного поставщика (например, Microsoft COM), либо решения на базе Java (возможно, зависящие от определённой версии JRE).

Преимущества тонкого клиента:

1. *Низкий сетевой трафик*, который достигается за счёт того, что между тонким клиентом и сервером передаются в основном текстовая информация (запрос — инструкции и ответ — содержание, в основном в HTML-формате) и компактные изображения в форматах GIF, JPEG или PNG.

2. *Небольшие требования к вычислительной мощности клиента*. Клиентская техника используется в основном для подготовки запросов и отображения результатов, полученных от сервера. Средний объём отображаемой информации (30–40 килобайт на одну HTML-страницу) вполне под силу даже маломощным компьютерам.
3. *Минимальные требования к ПО клиента*. Практически для работы клиентской машины достаточно установить любую современную операционную систему, браузер и среду исполнения клиентских модулей (Microsoft COM, Java Runtime Environment).
4. *Стопроцентно централизованное хранение бизнес-данных*. Вся информация хранится на сервере со всеми вытекающими отсюда преимуществами (повышение безопасности, гарантий целостности информации, упрощение администрирования системы и т. д.).
5. *Мобильность рабочего места*. Для получения доступа к своей информации пользователь может находиться на любой рабочей станции (в т. ч. мобильной), с которой есть доступ к серверу системы.

СЕТЕВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ

О сетевых компьютерах (network computers — NC) часто говорят как о Java-компьютерах, являющихся серверонезависимыми клиентскими устройствами, которые могут запускать браузеры и виртуальные Java-машины. Все приложения скачиваются с сервера, и все данные хранятся на сервере. Сетевым компьютерам повезло меньше, чем тонким клиентам. Недостаток в стандартизации виртуальных Java-машин, малочисленность прикладного программного обеспечения, стремительное падение цен на персональные компьютеры и рост их популярности значительно сократили рынок сетевых компьютеров.

Сочетая принцип «написано один раз — работает везде» с поддержкой в реальном времени прозрачного потока кода и данных приложений через многоуровневую сеть, сетевые вычисления могут упростить и удешевить медицинские информационные системы.

7.6. Компоненты и объектные технологии

Новые программные продукты, состоящие из модулей и основанные на объектно-ориентированных принципах, совершили переворот в индустрии программного обеспечения.

Приложения, построенные по принципу «включи-и-работай» (plug-and-play), продолжают своё наступление на здравоохранение благодаря компонентам, которые представляют собой модули мини-приложений, являющиеся результатом объектно-ориентированного программирования. Их привлекательность понятна: компоненты предлагают организациям здравоохранения лёгкий способ расширить, модернизировать или настроить крупномасштабные медицинские приложения и приложения управления ресурсами.

Компоненты также помогают производителям программного обеспечения создавать более качественные программы, делая код повторно используемым и свободным от ошибок. Но для этого приложения должны быть созданы с использованием объектно-ориентированных стандартов архитектуры программного обеспечения (например, CORBA или COM). К сожалению, разработчики объектно-ориентированных архитектур пока не пришли к согласию в отношении правил того, как компоненты перемещаются от приложения к приложению, взаимодействуют с другим программным обеспечением и т. д. Поэтому на сегодняшний день имеются две наиболее распространённые объектно-ориентированные архитектуры.

Большой консорциум технологических компаний и пользователей создал стандарт CORBA, который включает в себя подмножество стандартов медицинской информатики, известный как CORBAmed. В отличие от стандарта COM, который поддерживает Microsoft, CORBA создан вне этой организации. Профессионалы в области медицинской информатики доверяют CORBA рассмотрение, а иногда и объединение различных идей о том, каким должен быть стандарт взаимодействия компонентов. В то же самое время, IT-профессионалы утверждают, что стандарт COM развивается быстрее и может в обозримом будущем решить все проблемы, которые CORBA не в силах преодолеть. Именно на это в последнее время были нацелены значительные усилия Microsoft, результатом которых явилось создание стандарта COM+ и инфраструктуры.Net на его основе. Однако серьёзным недостатком COM является то, что он разработан для платформы Windows, в отличие от CORBA, который работает на платформах Windows, UNIX и Java.

В ближайшее время мы можем увидеть бурное развитие новой индустрии производства программных компонентов для медицины сторонними разработчиками. Медицинские учреждения, исходя из своих потребностей, смогут встраивать эти компоненты в свои более крупные приложения.

Однако есть опасения за будущее компонентов. Пока их рынок не достиг миллионов долларов, производители компонентов должны заботится об адаптации существующего программного обеспечения для безупречной работы с компонентами.

Ещё одной проблемой, связанной с компонентами, является то, как медицинские корпорации будут выявлять выгоду, получаемую от использования компонентов корпоративного уровня, и управлять ею? Чтобы решить эту проблему, поставщики медицинского программного обеспечения должны использовать специальное промежуточное программное обеспечение, называемое «менеджерами транзакций объектов». В настоящее время такие продукты поставляют на рынок компании BEA, IBM, Microsoft и Oracle.

В конечном счёте, организации здравоохранения должны принять компонентизацию в качестве передовых стандартов и технологий. Чтобы этот процесс был успешным, нужно выбирать приложения, поддерживающие открытые стандарты, такие как COM, CORBA, Java или.NET.

7.7. Вычисления корпоративного масштаба

Потребность медицинских учреждений в повышении качества оказываемых медицинских услуг создала рынок, требующий новых технологий и систем, которые могут управлять данными в масштабе корпорации.

«Чем больше, тем лучше» — основной лозунг большинства корпораций. Причина очевидна: повышение эффективности работы предприятия достигается объединением ресурсов. В этом отношении здравоохранение не отличается от других отраслей. Прослеживается тенденция к объединению медицинских учреждений в системы комплексного оказания медицинской помощи (integrated delivery system — IDS), часто состоящие из множества госпиталей, частных лечебниц, клиник, врачебных офисов и организаций оказания медицинской помощи на дому.

Вне зависимости от стереотипов ведения бизнеса, вычисления корпоративного масштаба в здравоохранении есть и будут оставаться одним из основных направлений развития МИС по трём причинам:

1. Рост и продолжающаяся эволюция IDS создала потребность рынка в решениях корпоративного масштаба.
2. Конкуренция среди IDS привела к выделению IT-индустрии как ключа к выживанию организации и её успеху.

3. Понемногу становятся доступными технологии, необходимые для создания корпоративных программных решений.

Согласно базе данных Доренфестской комплексной системы оказания медицинской помощи (The Dorenfest Integrated Healthcare Delivery System — IHDS+), которая содержит корпоративные программные профили на 1467 IDS по всем Соединённым Штатам Америки, 72 % корпораций используют хотя бы одно корпоративное решение. Два наиболее часто используемых решения — «регистрация» (65 %) и «основной индекс пациента» (60 %). Другие решения масштаба корпорации включают в себя: «расписание» (43 %), «репозиторий данных» (33 %), «электронная карта пациента» (27 %) и «управление оказанием медицинской помощи» (24 %).

Несмотря на относительно высокий уровень использования корпоративных решений, большинство IDS только начинают использовать такие приложения. Некоторые IDS имеют полнофункциональные решения и множество установленного программного обеспечения только в одном или двух отделениях на правах опытной эксплуатации. Приоритетные направления вложения IDS-капитала в корпоративные вычисления:

1. 1057 IDS используют по крайней мере одно приложение корпоративного масштаба. Более половины из них (563) указали, что они намерены дополнить, модифицировать или заменить своё корпоративное программное обеспечение.
2. 13 % IDS планируют купить систему корпоративного масштаба в ближайшее время.

Из всех существующих мер по снижению затрат, возможно, корпоративные IT-решения являются самым лучшим выбором, сохраняющим или даже увеличивающим качество оказываемой медицинской помощи. Решения, использующие прямой ввод данных в единую БД или репозиторий и предоставляющие прямой доступ к любому оборудованию IDS, могут обеспечить значительную эффективность.

Ожидается, что в ближайшие годы станет доступным более дешёвое и лёгкое в использовании корпоративное ПО. Возможно, лучшим примером этого будет использование интернет- и интранет-технологий, которые уже зарекомендовали себя во множестве новых приложений, особенно в тех, которые не работают напрямую с конфиденциальными данными пациентов. К тому же, улучшенная секретность и технологии шифрования решили проблему доступа к конфиденциальным данным пациента, что обеспечит широкое распространение интернет-решений.

Таким образом, можно утверждать, что в ближайшее время лидером среди технологий масштаба корпорации будут именно корпоративные программные продукты и, соответственно, будет расти понимание крупными бизнесменами того, что для успешной конкуренции в современной деловой среде необходимы инвестиции корпоративного уровня в IT-индустрию. В итоге технологии масштаба корпорации будут одним из основных факторов успеха многих IDS.

7.8. Взгляд в будущее

Существует несколько технологий, оказывающих значительное влияние на развитие МИС, хотя в данный момент они и не являются основополагающими.

ПЛАНШЕТНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ (TABLETPC)

TabletPC — это новый вид ноутбука с электромагнитным экраном, который распознаёт рукописный текст, голосовые команды и имеет встроенную беспроводную сеть. Он имеет два основных преимущества перед настольными системами: мобильность и технологию «цифровые чернила» (digital ink).

Благодаря мобильности, вы можете использовать TabletPC в тех ситуациях, в которых вы не использовали компьютер ранее: на встречах, пока стоите или прогуливаетесь, в самолёте (где нет возможности развернуть обычный лэптоп). Существует две разновидности планшетных компьютеров: истинный TabletPC (pure tablets) и трансформирующийся ноутбук (convertible notebook). Обе модификации более мобильны, чем обычный лэптоп.

Второе преимущество — технология «цифровые чернила», новый способ ввода данных. Каждый штрих и его свойства (цвет, ширина, автор и др.) могут обрабатываться и храниться подобно традиционному ASCII-тексту, в отличие от обычного рукописного ввода, который может храниться только в виде растровых картинок, обладающих ограниченной функциональностью.

Предполагается, что TabletPC должен использоваться со стилусом. В отличие от наладонных компьютеров, где информация вводится посредством прикосновения к экрану светового пера или любого другого предмета, использованная в TabletPC электромагнитная технология, как утверждают производители, позволяет избежать потери информации при случайном прикосновении. Сама идея рукописного ввода информации в ПК является ключевой, поскольку именно письмом и рукописным

редактированием сопровождается процесс мышления. Возможно, это и станет основным фактором перехода на планшетные ПК.

Технология «цифровые чернила» позволяет программам использовать введённую информацию для самых разных целей: электронной почты, наброска рисунков, мгновенных сообщений, игр, рецензирования текста, управления программами, построения графиков, традиционного ввода текста, создания музыки и многого другого.

Любая работа, которую выполняет врач с помощью бумаги и ручки, может выполняться более эффективно на планшетном компьютере. Например, врач может создавать шаблоны для оформляемых документов (подобно бумажным бланкам), наглядно показывать пациенту рентгеновские снимки, на ходу вносить изменения в историю болезни.

По оценкам различных аналитических агентств, к 2005 году TabletPC займут до 30 % мирового рынка мобильных систем. Данных по ёмкости российского рынка TabletPC нет, но, исходя из современных тенденций развития рынка ноутбуков и PDA, можно прогнозировать достижение к 2005 году планки в 20 % рынка.

ВИРТУАЛЬНЫЕ ЧАСТНЫЕ СЕТИ

Ахиллесова пята Интернета — надёжность и производительность. Специализированные сетевые технологии, такие как ATM, Switched 56 и Frame Relay, обеспечивают дополнительную секретность, но требуют широкополосного и, соответственно, дорогого канала связи. Виртуальные частные сети (Virtual private network — VPN), с одной стороны, используют общие сети, такие как Интернет или другие IP-сети, а с другой — создают (имитируют) закрытые корпоративные сети.

Здравоохранение должно доказать, что использование VPN-продуктов и сервисов в этой области перспективно и выгодно. VPN является лучшим предложением здравоохранению в качестве инструмента электронной коммерции, основанного на стандартах передачи данных. Медицинская промышленность очень заинтересована в таком стандарте. Впоследствии он может стать частью HIPAA.

VPN помогут здравоохранению сэкономить время и деньги.

Компании по разработке сетевого оборудования, Intel и VP-Net Technologies, создали программные и аппаратные решения для развёртывания VPN. Основные интернет-провайдеры, такие как AT&T, Sprint и MCI Worldcom, поддерживают VPN.

РАСШИРЯЕМЫЙ ЯЗЫК РАЗМЕТКИ (EXTENSIBLE MARKUP LANGUAGE — XML)

XML является текстовым форматом представления данных, основанным на стандартном обобщённом языке разметки (Standard Generalized Markup Language — SGML). Он позволяет пользователям получать доступ к информации, хранящейся в текстовом виде в разных подсистемах всего медицинского учреждения.

Применение XML в МИС имеет множество преимуществ, которые были перечислены выше. Здесь же кратко рассмотрим SGML и XML по существу [Ермаков, 2003].

SGML/HTML/XML/SMIL

Это семейство языков разметки начало своё развитие с появления в 1980-х годах комплексного языка SGML (Standard Generalized Markup Language), предназначенного для *описания текстовой информации*. Затем данное семейство продолжило своё развитие в 1990-х, с возникновением WWW-технологий — появился относительно простой язык HTML (Hypertext Markup Language), предназначенный в основном для *визуального отображения информации*. Не так давно появился язык XML (Extended Markup Language), предназначенный для *описания данных*, а с появлением совсем недавно языка SMIL (Synchronised Multimedia Integration Language) возник реальный шанс, что мультимедийные медицинские данные будут поддержаны мощными веб-технологиями.

SGML

SGML — это общепризнанный международный стандарт (ISO 8879–1986), интенсивно используемый, например, правительством США во многих, в том числе и негражданских проектах. SGML — это метаязык (т. е. средство формального описания языков), который определяет правила создания грамматики документов. Формальная спецификация разметки для каждого типа документов обозначается термином «определение типа документа» (Document Type Definition — DTD). DTD определяет структуру, которую будут иметь все документы данного типа. В DTD определены все теги (tag), т. е. элементы структуры документа, а также отношения между элементами данных. Это значит, что любой документ известного типа может быть стандартно обработан известным способом. SGML (путём разметки)

сводит документ или сообщение к набору понятий в заданной грамматике.

Каждый элемент отмечается начальным тегом и, как правило, конечным тегом. Например, элемент *Диагноз* в тексте может быть отмечен так:

<Диагноз> Ангина </Диагноз>

Элемент может иметь *атрибуты*, которые несут дополнительную информацию о нём. Атрибуты позволяют использовать один элемент во многих контекстах вместо того, чтобы создавать множество похожих друг на друга элементов. Имена и значения атрибутов записываются в начальном теге элемента и отделяются друг от друга знаком равенства.

Объекты (entities) представляют собой мощное и гибкое средство адаптации стандартного DTD-определения к специфическим приложениям (например, к кардиологии) или подразделам этих приложений (например, катетеризация). Объект в SGML — это просто поименованная часть размеченного текста, имеющая префикс «&» и суффикс «;» — например: «&name;».

Механизм объектов весьма гибок и может использоваться для множества целей: для подстановки строк, для ссылки на внешние источники данных, например на файл (и тогда содержимое этого файла будет помещено в данную позицию документа), и многого другого.

Для построения жизнеспособной инфраструктуры медицинской документации необходимо подготовить набор специфических SGML-тегов (общих идентификаторов) и других SGML-«фрагментов», которые затем могли бы использоваться во многих контекстах. Как показывает практика, нет смысла пытаться построить единое универсальное DTD-определение (например, для всех медицинских документов). Сегодняшние приоритеты заключаются в стандартизации SGML-фрагментов, которые можно объединять во множество комбинаций.

DTD-определение пишется на строго формализованном языке и предназначается в первую очередь для обработки компьютером, а не человеком. Для совместного анализа SGML-документа и его DTD с целью определения правильности данного документа (т. е. соответствует ли он правилам, заложенным в DTD), компьютер использует специальное ПО, называемое *анализатором* или *парсером* (parser). Парсер требуется также и на этапе составления и модификации DTD-определений для проверки их структурной корректности. Парсер может проверить, присутствуют ли в документе все необходимые элементы и следуют ли они в правильном порядке.

В связи с тем, что SGML работает с фрагментами структурированных документов, имеется возможность создания целых документов из частей, предоставляемых различными подразделениями организации. Эта возможность позволяет пользователям делиться друг с другом актуальной информацией без многократного её копирования.

Разработка DTD — это центральная задача при работе с SGML. DTD-определение может быть составлено для работы как с существующими документами, так и с документами, которые будут созданы в будущем. Жёсткость правил, определяемых в DTD для структуры и содержимого документов, может значительно варьироваться. Более строгие правила могут потребоваться там, где структура документа соответственно жёстко определена и отклонения от неё недопустимы.

Стандартизация SGML, однако, вовсе не означает, что его нужно использовать совершенно для всех документов. SGML в наибольшей степени подходит для документов, имеющих более или менее чёткую структуру.

Так как SGML-документы задаются в виде организованного набора фрагментов информации, то при рассмотрении таких документов полезно использовать понятия именно «фрагментов информации», а не целостного печатного документа.

Важно отметить, что SGML не определяет собственно структуру документа или семантику тегов — вместо этого он определяет *способы их задания*. В SGML есть определённые типы разметки (и, соответственно, группы тегов):

— *Процедурная* разметка, определяющая представление (внешний вид) данных. Например, тег <*b*> задаёт утолщённый (bold) шрифт.
— *Описательная* (или семантическая) разметка, задающая смысл, структуру расположения данных.

Также заметим, что SGML никак *не касается передачи документов* между приложениями.

SGML в медицинской информатике

Сегодня насчитывается четыре основных области применения SGML в медицинской информатике: медицинские публикации, представление новых лекарств, руководства по медицинской практике и электронные медицинские карты пациентов.

SGML используется для составления руководств по медицинской практике в Национальной Медицинской Библиотеке (National Library of Medicine) США. Использование SGML в электронных медкартах пациентов находится в стадии эксперимен-

тальных разработок. В 1996 году инициативы группы HL7 в области работ с SGML привели к созданию исследовательской подгруппы (получившей кодовое наименование HL7 SGML SIG) в рамках проекта HL7. Эта подгруппа занята разработкой исчерпывающей архитектуры медицинских документов, развитием и поддержанием всей инфраструктуры медицинской документации. Архитектура, разрабатываемая подгруппой HL7 SGML SIG, будет согласована с моделью данных, разрабатываемой группой HL7.

SGML определяет несколько простых типов данных, но может определять и комплексные типы данных через *определение элементов* (Element declarations). Бинарные данные выходят за пределы компетенции SGML, т. е. SGML-парсеры могут проверить корректность только символьной информации. Поэтому парсеры, например, не смогут проверить, что *изображение*, заданное в двоичном виде, соответствует какому-либо графическому стандарту. Однако при помощи SGML-конструкции NOTATION можно задать ссылку на описание двоичного формата и на приложение, которое сможет обработать эти двоичные данные.

SGML не является объектно-ориентированным языком, поэтому перенос какой-либо объектной схемы данных в SGML хотя и может быть частично автоматизирован, однако требует контроля со стороны оператора.

По причине того, что SGML имеет опциональные (необязательные) поля, написание парсеров и браузеров для него является трудной и дорогой задачей. По этой причине *SGML не нашёл пока широкого применения в медицинской информатике*.

XML

XML — это текстовый формат, позволяющий разработчикам *описывать* данные, представлять и хранить их в структурированном виде. XML также позволяет передавать структурированную информацию между информационными системами, обеспечивая при этом единообразие передаваемых данных и независимость их от обрабатывающих приложений и операционных сред.

Спецификация XML версии 1.0 была представлена в феврале 1998 года консорциумом World Wide Web Consortium (W3C). В настоящее время действующим стандартом является XML 1.0 (Third Edition) от 4 февраля 2004 года и готовится к утверждению спецификация XML 1.1. В число участников рабочей группы, разрабатывающей стандарт XML, входят такие крупные производители ПО, как Microsoft, Netscape Communications, Sun Microsystems и другие.

XML (в отличие от HTML) позволяет определять *неограниченное множество* тегов, что даёт разработчикам возможность гибко выбирать, какие данные и каким образом использовать.

Синтаксис XML

Синтаксис XML прост:

<тег> содержимое элемента </тег>

Закрывающий тег (отмеченный знаком «/») является обязательным, и пересечение тегов не допускается. Если между тегами ничего нет, то тег может быть один: <тег/>.

Простейший отчёт по ангиографии может быть задан в XML-формате, например, следующим образом:

```
<Ангио>
    Пациент
    <Паспортные_данные>
        <ФИО>
            <Фамилия>Иванов</Фамилия>
            <Имя>Иван</Имя>
            <Отчество>Иванович</Отчество>
        </ФИО>
        <id>15602120044</id>
        <Пол>Мужской</Пол>
    </Паспортные_данные>
    <Исследование>
        <Лаб_ID>SOTE</Лаб_ID>
        <Дата>1998.10.25</Дата>
    </Исследование>
    <Показания>
        <Стенокардия>CAC II</Стенокардия>
    </Показания>
    <Прошлые_операциии>
        <PTCA>RTX</PTCA>
        <CABG>IMA</CABG>
    </Прошлые_операциии>
    <Результаты>
        <Вентрикулография>
            <Митральная_недостаточность>
                Степень II
            </Митральная_недостаточность>
            <Степень_выброса>65\,\%</Степень_выброса>

            Пояснения в виде свободного текста

        </Вентрикулография>
        <Катетеризация>
            <Митральный_диастолический_градиент>
                2,5 мм. рт. ст.
```

```
            </Митральный_диастолический_градиент>
            Опасное значение!
        </Катетеризация>
    </Результаты>
</Ангио>
```

Любой XML-документ может дополняться его *структурным определением* (см. выше об аналогичных принципах в SGML) — *DTD* (Document Type Definition). В DTD определяются требования к структуре документа, например: какие вообще элементы могут встречаться в документе, какие между ними существуют структурные взаимоотношения и т. д. DTD-определения позволяют проверять корректность данных в случае, когда приложение-получатель не имеет встроенного описания входящей информации. Однако наличие DTD является необязательным. Данные, переданные вместе с DTD, обозначаются термином «истинный» (valid) XML. В этом случае XML-парсер может проверить структурную корректность входящей информации в соответствии с правилами, определёнными в полученном DTD. Данные, переданные без DTD, обозначаются (конечно, только в случае корректности самого XML-документа) термином «правильно построенный» (well-formed) XML.

Любой XML-документ (например, приведённый выше ангиографический отчёт) обладает свойством неявно описывать сам себя (это одна из особенностей XML).

Хорошо организованное DTD-определение гарантирует надёжность обмена документами и целостность передаваемой информации. Комбинация структурных средств разработки, легко интегрирующихся с системой управления документооборотом и механизмами передачи данных, — вот *основа построения современной информационной системы* организации.

В настоящее время уже выпущено множество медицинских программных продуктов, использующих XML, такими корпорациями, как Microsoft, Oracle, Sun Microsystems, Azron, MedQuist и др.

7.9. Будущее медицинских компьютерных систем в здравоохранении США

Будущая модель здравоохранения ещё не вполне ясна; расходы на медицину демонстрируют тенденцию к новой волне инфляции. Управляемая медицина стала в США широко распространённой нормой [Staggers et al., 2001]; в центре внимания — контроль над исходами лечения, оказание медицинской помощи

в медицинских учреждениях разных типов, информация для обеспечения научно обоснованной медицины. Таким образом, роль информационных систем в лечении пациентов очевидна и понятна. Из всех вышеперечисленных тенденций наибольшее влияние на лечение больных оказывают стремление к интеграции и Интернет (см. выше).

ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Хотя реализация систем компьютерного ведения историй болезни развивается медленнее, чем ожидалось вначале, тенденция к их внедрению представляется достаточно очевидной. Согласно публикациям, 11% медицинских учреждений оснащено полностью компьютеризованными системами, а в 32% установлено аппаратное обеспечение и программные средства, необходимые для компьютерного ведения историй болезни. По мере роста этих цифр основное внимание будет уделяться не столько интеграции данных в рамках отдельно взятой медицинской сети, сколько обмену информацией между сетями. Такая перемена будет обеспечена дальнейшим совершенствованием стандартизации данных, ростом использования Интернета в здравоохранении, а также внедрением существующих технических стандартов. Кроме того, веб-технологии, более быстрая спутниковая связь, доступность портативных компьютеров и другие интегрированные технологии обеспечат доступ медиков и пациентов к компьютерным ресурсам. Медицинские компьютерные ресурсы будут необходимы всем, не только крупным медицинским учреждениям, и не просто для того, чтобы опередить конкурентов, а чтобы остаться на плаву. Эти перемены обеспечат более полную и интегрированную поддержку принятия решений для медиков как интеллектуальных работников.

В будущем медики станут охотнее воспринимать информационные технологии как повседневную часть работы по лечению больных, подобно тому как телефон стал одним из инструментов оказания помощи больным. Начальный, наиболее болезненный переход к компьютеризованному лечению останется для них в прошлом. Повсеместное присутствие компьютеров в обществе, потребность в технологиях для выполнения нормативных требований сделает обязательным использование информационных систем во всех учреждениях здравоохранения. На повестке дня окажутся новые проблемы, связанные с оптимизацией практического применения информационных систем. Медикам понадобится «интуитивный» интерфейс, позволяющий быстро приспосабливать программы к практическим требованиям. Это необхо-

димое условие успеха, потому что медики нуждаются в таких программах, которые бы соответствовали их манере думать и работать, особенно с учётом взаимозависимости разных служб, обеспечивающих лечение больных и уход за ними. Таким образом, на смену сегодняшней озабоченности медиков основными навыками работы с компьютером и доступом к фундаментальной информации придёт внимание к проблемам анализа и синтеза информации.

Этот оптимистический прогноз находится в зависимости от успешного решения непростых вопросов, связанных с правовой основой, конфиденциальностью и безопасностью. Обмен информацией между медицинскими учреждениями приводит к более свободному доступу к информации других субъектов, в частности страховых агентств. Более того, доступность информации может вызвать у любопытных пользователей искушение получить сведения, которые им не полагается знать. Защита личной информации в интегрированных системах является серьёзнейшей проблемой.

В США частично её решению будет способствовать Акт о мобильности данных медицинского страхования и возможности их учёта (HIPAA) от 1996 года, в котором содержатся строгие ограничения на предание гласности и использование медицинской информации, предусматривающие уголовное наказание. Разработчики акта частично наметили задачу разработки (а) общенациональных идентификаторов для учреждений и лиц, оказывающих медицинскую помощь, (б) общенациональных идентификаторов для пациентов и (в) поручений по защите личной медицинской информации. Акт не содержит конкретных способов защиты частной информации, но предусматривает наказание за уклонение от создания методов защиты медицинской информации о частных лицах. Подробности введения акта в действие должны приниматься в форме постановлений министерства здравоохранения и социального обеспечения, после чего администрация каждого медицинского учреждения должна разработать политику и техническую стратегию защиты сведений о пациентах.

7.10. Перспективы развития МИС в России

От диагностических систем, основанных на анализе обучающих выборок, в 80-х годах произошёл переход к системам, основанным на знаниях (экспертным, интеллектуальным). Это позволило преодолеть психологическое отчуждение компьютерных «консультантов», так как врач получил возможность озна-

комиться с ходом «рассуждений» автоматизированной системы, база знаний которой построена на информации, полученной от высококвалифицированных специалистов [Кобринский, 2000].

Создаваемые в последнее десятилетие информационные системы (поликлинические и больничные, истории болезни, специализированные регистры, диспансерные системы, включая профилактические осмотры) всё чаще содержат логические и/или расчётные аналитические подсистемы. Появляются гибридные системы, наиболее продвинутые из которых сочетают базы данных с интеллектуальными и мультимедийными системами поддержки принятия решений в области диагностики, прогноза, выбора тактики ведения больных. В одних случаях, при ориентации на конкретного врача-специалиста, их относят к интеллектуальным АРМ. В других случаях АРМ различной ориентации могут быть составной частью больших информационных систем. В функциональной диагностике и лабораторном деле всё шире применяются программно-аппаратные комплексы, позволяющие значительно повышать эффективность использования обычной аппаратуры, обеспечивать возможность автоматического сравнения данных во временной последовательности. Новым является получение объёмных (точнее, псевдообъёмных) изображений путём обработки последовательных серий одномерных изображений, получаемых при ультразвуковых, МРТ/ЯМР-исследованиях, что получило название 3D-технологий. Расширяющееся применение мультимедийных технологий повышает как эффективность, так и привлекательность консультативных и обучающих/тестирующих систем.

Глава 8
ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МИС

Целью настоящей главы является обзор некоторых аспектов, связанных с телемедициной и её приложениями в МИС. Даются базовые определения, рассматривается история, текущее положение и перспективы развития телемедицинских технологий.

Одной из актуальных тенденций развития медицинских информационных систем является переход на новый методологический уровень медицинской помощи с использованием быстро развивающихся высоких технологий.

Большие перспективы в этом плане открывает использование телемедицинских технологий [Венедиктов и др., 2002], включающих лечебно-диагностические консультации, управленческие, образовательные, научные и просветительские мероприятия в области здравоохранения, реализуемые с применением телекоммуникационных технологий.

Необходимость обеспечения медицинской помощи в условиях, когда пациент и врач-консультант могут находиться в произвольных точках земного шара, поставила во всей полноте задачу передачи на большие расстояния сложных медицинских данных, включая статические и подвижные (видео) изображения. Существует множество ситуаций, в которых это становится необходимым. Это и получение консультаций в сложных случаях у высококвалифицированных специалистов узкого профиля. Это и работа бригад врачей в зонах чрезвычайных ситуаций. Это и помощь пациентам, находящимся в труднодоступных местах: на заполярных и морских нефтяных промыслах, на судах в открытом море, на удалённой метеостанции, — одним словом, во всех случаях, когда по каким-либо обстоятельствам невозможно свести в одном месте пациента и необходимых врачей-специалистов.

8.1. Понятия телемедицины и телематики

Существует большое число всевозможных определений различных аспектов телекоммуникаций, связанных с медицинским обслуживанием.

Термин «телемедицина», введённый Р. Марком в 1974 году (по другим данным, это сделал Т. Берд в 1970 году), объединяет множество телекоммуникационных и информационных методов, применяемых в здравоохранении, а также их разнообразные клинические приложения. Существует несколько десятков определений телемедицины, отличающихся как по степени детализации её характеристик, так и по содержанию включаемых в неё технологий и направлений.

Н. Браун (руководитель телемедицинского проекта в Портлендском исследовательском центре) определяет телемедицину как использование телекоммуникаций для предоставления медицинской информации и услуг, как «нечто среднее» между простым обсуждением клинического случая двумя врачами по телефону и проведением интерактивной видео-консультации между медицинскими центрами разных стран с использованием спутниковой технологии.

В современном понимании «телемедицина» (буквально «медицина на расстоянии») обозначает дистанционное оказание консультативных и иных услуг с использованием телекоммуникационных технологий. В расширенном понимании телемедицина — это обеспечение обмена медицинскими данными в региональных и глобальных телекоммуникационных сетях для решения всего комплекса вопросов охраны здоровья населения (диагностика, лечение, образование, управление). При этом в обе стороны, в том числе в режиме реального времени, передаются речь, текст, рисунки, схемы и таблицы, статические изображения (фотографии, рентгеновские, ультразвуковые данные, микроскопические исследования мазков крови, патологоанатомических препаратов и пр.) и динамические (эндоскопические, хирургические и др.) видеоизображения.

Медицинская информатика и информационно-коммуникационные технологии открыли настолько безграничные возможности для медицины, что дали право на жизнь новому термину — «медицинская телематика».

ВОЗ в 1997 году так определила этот термин: медицинская телематика — деятельность, услуги и системы, связанные с оказанием медицинской помощи на расстоянии посредством ин-

формационно-коммуникационных технологий, направленные на содействие развитию здравоохранения, осуществление эпидемиологического надзора и предоставление медицинской помощи, а также обучение, управление и проведение научных исследований в области медицины.

Невозможно в ряде случаев обозначить границу между телемедициной и другими функциональными направлениями медицинской телематики. Однако важно запомнить, что телемедицина — применение медицинской телематики прежде всего для задач клинической медицины, непосредственного предоставления медицинских услуг. Этот признак является ключевым, сколь бы много ни предлагалось определений и толкований термина «телемедицина».

8.2. Направления

Телемедицинские технологии находят широкое применение в различных областях клинической медицины. В тоже время существует ряд исторически сложившихся и имеющих свои технологические особенности направлений использования телемедицины в практической деятельности врача.

Основные направления применения телемедицинских технологий [Приказ МЗ РФ № 344/76]:

1. Телемедицинская консультация / теленаставничество (связь организуется по схеме «точка — точка», что обеспечивает обсуждение больного лечащим врачом с консультантом / методическую помощь специалиста или преподавателя врачу или студенту).
2. Телемониторинг (телеметрия) функциональных показателей (связь организуется по схеме «много точек — точка», когда данные многих пациентов передаются в консультативный центр).
3. Телемедицинская лекция / семинар (связь организуется по схеме «точка — много точек», при которой лектор (преподаватель) может обращаться ко всем участникам одновременно, а они, в свою очередь, могут обращаться к лектору, при отсутствии возможности общаться друг с другом).
4. Телемедицинское совещание / консилиум / симпозиум (связь организуется по схеме «многоточки» (сети), в результате чего все участники могут общаться друг с другом).

Эти направления обеспечивают, соответственно, реализацию: (1) консультаций в ходе лечебно-диагностического процесса /

эвакуационных мероприятий или обучения, (2) контроля жизненно важных функций организма, (3) образовательных (в том числе популярных) лекций и семинаров, дистанционного тестирования / экзаменов, (4) обмена мнениями (отчёта) при дистанционном проведении коллегий (совещаний, советов), медицинских консилиумов, научных заседаний.

В зависимости от участников и используемых средств различаются следующие варианты телемедицинских консультаций:

1. Врачебная телемедицинская консультация (специалист консультирует врача с больным / врача без больного).
2. Телемедицинское функциональное/лабораторное обследование (передача объективных данных о больном с медицинской аппаратуры).
3. Советы спасателям (врач-специалист консультирует сотрудников мобильных спасательных отрядов).
4. Советы населению (предоставление жителям возможности советоваться с врачом).

Рассмотрим вышеобозначенные направления подробнее [Черников].

ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИЕ КОНСУЛЬТАЦИИ

Это наиболее известный и наиболее распространённый телемедицинский сервис. Объектом телемедицинской консультации может являться клинический случай конкретного пациента либо отдельные данные клинического обследования. В частности, широко практикуется консультирование на основе данных радиологического обследования. Однако последнее направление имеет свои недостатки, связанные с особенностями принятия медицинского решения в отсутствие полной информации о пациенте, — лечить больного или болезнь.

В зависимости от особенностей консультационной поддержки в последнее время активно используются термины: телеонкология, телеофтальмология и т. д.

ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИЕ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ

Используются для наблюдения за пациентами, страдающими хроническими заболеваниями, а также в условиях стационара на дому. Часто выделяют самостоятельное направление, получившее название «домашняя телемедицина». Эти же технологии могут применяться на промышленных объектах для контроля состояния здоровья операторов (атомные электростанции).

ТЕЛЕМЕДИЦИНА УРГЕНТНЫХ СОСТОЯНИЙ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И КАТАСТРОФ (УРГЕНТНАЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНА)

К данному направлению относится внедрение телемедицины в практику оказания неотложной медицинской помощи и обеспечения выживания в экстремальных условиях, а также применение телемедицинских технологий при ликвидации последствий техногенных, природных катастроф и оказании помощи жертвам боевых действий и террористических актов.

ТЕЛЕХИРУРГИЯ И ДИСТАНЦИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

Существенным в этом направлении является активное воздействие на организм пациента специалиста, находящегося на расстоянии. Развивается в настоящее время в двух направлениях: дистанционное управление медицинской аппаратурой в интерактивном режиме во время диагностических манипуляций и дистанционное проведение лечебных воздействий, хирургических операций на основе использования дистанционно управляемой робототехники.

ТЕЛЕОБУЧЕНИЕ (ТЕЛЕОБРАЗОВАНИЕ)

Во-первых, телеобучение подразумевает внедрение телемедицинских методов обучения в систему подготовки медицинских кадров (теленаставничество). Особенностью направления является внедрение телемедицинских систем тестирующего контроля и сертификации, а также внедрение методов направляемой деятельности обучаемого во время проведения медицинских манипуляций.

Во-вторых, активно развивается в последние годы «телепросвещение» пациентов. Считается, что пациент должен получать в доступной для него форме всю информацию, связанную с его заболеванием, особенностями проведения диагностических процедур и лечебных мероприятий, образом жизни при данном заболевании, знать мнение по всем вышеперечисленным вопросам своих собратьев по несчастью. Для этого используется весь арсенал современных информационных технологий. Другое направление в телепросвещении — доврачебное обследование и рекомендации по использованию средств, которые принято называть «домашней аптечкой», — реализуется через различные информационные киоски, создаваемые для самостоятельной работы пациента.

ВОЕННАЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНА

В том числе подразумевает применение телемедицинских технологий при обеспечении проведения военных операций. Подготовка и оснащение современного солдата обходятся государству очень дорого. Поэтому потери рассматриваются ещё и с экономической точки зрения, что является причиной активного развития этого направления в ряде стран.

КОСМИЧЕСКАЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНА

Космические технологии, адаптированные для нужд клинической медицины, существенно обогатились не только опытом «земных» медиков, но и современными достижениями информатики. Поэтому в настоящее время появились предпосылки повторного вхождения телемедицины, но уже в новом качестве, в систему медицинского обеспечения космических полётов. Ведутся работы по созданию системы телемедицинского сопровождения пилотируемых полётов Международной космической станции. Рассматриваются проекты обеспечения полёта к Марсу и другие перспективные направления.

8.3. История телемедицины

Существует множество различных точек зрения на происхождение телемедицины как явления. Одной из самых крайних является утверждение о том, что телемедицина появилась на заре цивилизации и развивалась параллельно совершенствованию наук о здоровье человека вместе с совершенствованием технологий передачи информации. Это утверждение иллюстрируется высказываниями вроде того, что первая дистанционная передача медицинской информации состоялась, когда человеческий пращур провалился в яму, вырытую им же самим для мамонта, и взывал оттуда о помощи к соплеменникам. Видимо, ему помогли, предварительно сообщив дистанционно, то есть в ту самую яму, некоторые «медицинские» рекомендации. Также известно, что в дошедших до наших времён манускриптах описывается, как в древнем Китае специалисты могли поставить диагноз пациенту по его пульсу. Менее известно, что часто, в силу культурных традиций того времени, врач не имел права не только прикасаться, но и видеть пациента. Биение пульса в те далёкие времена определялось по содроганию нити, привязанной к запястью пациента. А сам пациент находился при этом

в другом помещении. Однако все примеры подобного рода можно отнести, скорее, к «историческим предпосылкам» возникновения телемедицины.

Иногда приходится слышать, что телемедицина возникла с появлением телефона. Действительно, не кто иной, как сам Александр Белл, изобретатель телефона, используя своё изобретение, впервые вызвал к себе доктора. Но и такое нововведение, как телеграф, не обошло своим влиянием телемедицину — в начале 1900-х годов его использовали для передачи медицинских данных.

В Швеции в 1905 году была осуществлена передача сигнала электрокардиограммы по телефонным линиям связи, а с 1922 года в университетском госпитале Готтенбурга по радиоканалам проводились медицинские консультации моряков, находившихся в плавании; с 1935 года аналогичная служба работает в Италии. В 1959 году в США была проведена телевизионная консультация психиатрического больного, в том же году в Канаду было передано изображение флюорограммы лёгких.

Первые попытки передачи медицинских сигналов и изображений в США и в СССР были начаты в конце 50-х — начале 60-х годов. Первыми шагами «телемедицины» как «дистанционной диагностики» можно считать телеметрическую запись физиологических показателей у первых космонавтов, а также первые данные им медицинские советы. Уже во время полётов Ю. А. Гагарина и Г. С. Титова телеметрически регистрировались ЭКГ в одном и двух грудных отведениях, а также пневмограммы. В дальнейшем была введена регистрация сейсмокардиограммы, разработаны специальные методы и аппаратура для дистанционной регистрации основных физиологических и биохимических параметров организма человека в условиях космического полёта, для передачи этой информации на землю и принятия своевременных мер по коррекции возникающих нарушений.

В СССР в 60–70-х годах начались опытные работы по передаче медицинских данных. В институте хирургии им. А. В. Вишневского РАМН проводили первые клинические испытания по дистанционной диагностике врождённых пороков сердца и других заболеваний с использованием ЭВМ (УРАЛ-2), связанной телеграфными линиями с медицинскими учреждениями Ярославля, Владивостока и Хабаровска. Известность получили работы по передаче на расстояние электрокардиограмм по телефонным линиям для срочной консультации в кардиологических центрах с использованием специальных отечественных систем «Волна»

и «Салют» (З. И. Янушкевичус, Э. Ш. Халфен, Т. С. Виноградова, П. Я. Довгалевский и др.).

В 1965 году американский кардиохирург М. ДеБэйки, используя спутниковый канал связи, консультировал ход операции на сердце, выполняемой в Женеве (Швейцария). С 70-х годов в США осуществлялась передача данных через средства космической связи между медицинскими центрами Аризоны, Бостона, Канады.

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

В телеконсультациях и видеоконференциях участвовали специалисты московских клиник и медицинских центров США. Проводились консультации ожоговых, психиатрических и некоторых других групп пациентов. За 12 недель работы телемоста в 34 продолжавшихся по четыре часа видеоконференциях приняли участие 247 советских (Армения, Москва, Башкирия) и 175 американских специалистов. Всего было рассмотрено 209 клинических случаев по 20 медицинским специальностям. В результате вносились значительные изменения в диагностический и лечебный процесс, внедрялись новые лечебные методики, передавалось значительное количество медицинской информации. Так, был изменён диагноз в 33 %, рекомендованы дополнительные диагностические меры в 46 %, изменена тактика лечения в 21 % и внедрены новые методики лечения в 10 % случаев.

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

Вместе с тем, многие сущностные, информационные, методологические, организационные, технические и финансово-экономические аспекты ещё остаются нерешёнными. Более того,

локальные решения этих вопросов становятся всё более дорогими, а потому и малоперспективными в отношении широкого развития. Требуется значительно больший масштаб в постановке этой проблемы в целом, так как только при этом можно обеспечить технически обоснованные и одновременно социально и экономически приемлемые решения.

8.4. Стандарты телемедицины

Помимо унификации (стандартизации) выпускаемой медицинской аппаратуры, телемедицина выдвигает требование стандартизации самой медицинской информации, протоколов её передачи по сетям и линиям телекоммуникаций.

Проблемами стандартизации медицинской информации занимаются многие фирмы в США и Европе. Существует несколько предложений, прежде всего — рекомендательный стандарт для обмена медицинской информацией Health Level 7 (HL7), который разработан и действует в США. Данный стандарт является добровольным и открытым для всех (применяется в Австралии, Новой Зеландии, Японии, Германии, Нидерландах); по мере накопления опыта появляются новые версии этого стандарта.

Страны Европейского союза начали разработку стандартов на передачу и хранение медицинской информации с 1995 года, результаты изложены в отчёте «Good European Health Record Project» (GEHR). Работы по этому проекту велись с 1994 по 1998 год, и объём финансирования достигал 140 млн экю. В рамках этой большой европейской программы были развёрнуты более 130 проектов по телемедицине, медицинской информатике и стандартизации медицинской информации.

Следует отметить также стандарт в области передачи медицинских изображений DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) — индустриальный стандарт для передачи радиологических и других медицинских изображений между компьютерами и различными медицинскими устройствами (магниторезонансный медицинский томограф, микроскопы, рентгеновские установки и др.). Наибольшее распространение получила третья версия, допускающая использование стандартных протоколов TCP/IP не только на платформах UNIX, но и на персональных компьютерах.

Стандарты передачи медицинской информации более подробно были рассмотрены в Главе 4.

8.5. Телемедицина и Интернет

Телемедицина связана с развитием глобальной сети Интернет, через которую можно, в принципе, решать все задачи, которые ставятся перед телемедициной. Однако отсутствие гарантированной полосы пропускания между участниками телеконсультации приводит к замедлению передачи визуальной информации и ограничению в передаче аудиоинформации (вплоть до практической невозможности общения и передачи видеофрагментов ввиду их большого объёма). Кроме того, Интернет является открытой сетью, а передача медицинских данных пациентов и их обсуждение в открытом для всех режиме с правовой точки зрения недопустимы. Введение строгой защиты информации связано с необходимостью соблюдения конфиденциальности медицинской (личной, о пациенте) информации.

Поэтому использование телекоммуникаций в медицине (и удовлетворение разнообразных информационных потребностей специалистов и учреждений здравоохранения) развивается по двум основным направлениям: через открытую сеть Интернет и по закрытым корпоративным сетям собственно телемедицины или в режиме выделенных на время телеконсультации фрагментов существующих сетей в режиме «точка — точка» или «точка — многоточка». Это соответствует более высоким требованиям к передаче информации, особенно рентгенограмм, томограмм, микроизображений и пр. Необходимым условием также является разработка, внедрение и соблюдение стандартов получения и представления медицинских изображений (рентгенорадиологических, микроскопических, цветопередачи накожных проявлений заболеваний и др.).

Несмотря на отмеченные ограничения, телемедицинские консультации с определёнными ограничениями осуществляются и через Интернет (с использованием IP-соединения). В этих случаях, как правило, не передаются в процессе обсуждения видеоизображения больных, лечащего врача, консультанта, другие видеоматериалы, а передаются только статические графические материалы, с которыми можно работать (рисовать поверх них, отмечая вызывающие сомнение участки) с использованием так называемой общей «белой доски». А сама консультация поддерживается в интерактивном голосовом варианте.

Использование Интернета и телекоммуникационных технологий стало неотъемлемой частью медицинской науки и практики. Так, выборочный опрос 400 американских врачей в марте 2001 года показал, что 356 из них (89 %) регулярно пользуются

Интернетом для пополнения своих знаний, для повышения эффективности работы и для контактов с пациентами. Информация из Интернета в определённой мере влияет на диагнозы, которые ставят врачи, и на выбор лекарств, которые они прописывают своим пациентам.

Уже к 1999 году в Интернете было 15 000 медицинских вебсайтов, охватывающих все медицинские специальности. На них публикуется немало обзорных работ с иллюстрациями и другой справочной медицинской информации. В плане телемедицины, или так называемой интернет-медицины, организуется представление клинических случаев для получения мнений специалистов всего мира. Например, в России активно использует и пропагандирует это направление Уральский НИИ травматологии и ортопедии. Однако следует иметь в виду отсутствие при использовании такой технологии возможности интерактивного обмена мнениями и определённые юридические вопросы в отношении идентификации консультантов.

Через Интернет можно производить трансляцию процедур и операций в образовательных целях. Тем не менее, Интернет не может рассматриваться как основная база для непрерывного обучения, хотя можно использовать его возможности как составную часть этого процесса. Благоприятные условия создаются лишь в том случае, если соединение не требует длительного времени, т. е. при наличии каналов, отвечающих довольно высоким требованиям, чему соответствуют в основном оптоволоконные или спутниковые линии связи.

Телемедицина в сочетании с интернет-технологиями позволит более рационально использовать научный и практический потенциал медицины и здравоохранения.

8.6. Телемедицинские функции современных МИС

Авторами был проведён анализ ряда отечественных и зарубежных МИС. На его основе был составлен список телемедицинских функций, которые должна поддерживать современная медицинская информационная система, чтобы обеспечить как телемедицинские консультации по различным областям диагностики и лечения, так и дистанционное медицинское обучение (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Телемедицинские функции МИС

№	**Свойство системы**	**Область применения / Назначение**
1	Подключение к медицинскому оборудованию как по аналоговому, так и по цифровому интерфейсам	Использование медицинских приборов с аналоговыми или цифровыми интерфейсами
2	Обработка и передача параллельно, как минимум, двух видео- и одного аудиопотока информации	Интероперационная гистология и цитология, УЗИ, хирургические операции и т. д.
3	Совместная работа с изображениями на «рабочем столе» с функциями указателя анализируемого участка изображения и рисования поверх изображения	Локальная или совместная работа с медицинскими изображениями
4	Сохранение медицинских статических и динамических изображений в базе данных	Ведение архива медицинских изображений, подготовка информации для передачи в режиме off-line
5	Удалённое управление медицинскими приборами (при наличии в них функций цифрового управления)	Удалённое управление микроскопом или другими медицинскими приборами при проведении консультаций в режиме on-line
6	Наличие единого интерфейса для различных методов диагностики и лечения, для получения консультаций одновременно от нескольких специалистов	Проведение видеоконсилиумов в режиме on-line
7	Использование любых каналов связи в режимах on-line и off-line	Проведение консультаций как по медленным аналоговым, так и по быстрым цифровым каналам связи
8	Протоколирование основных параметров консультаций, таких как время проведения, продолжительность, участники и т. д.	Составление протокола по результатам проведения телемедицинских консультаций
9	Мониторинг и удалённая диагностика и настройка параметров телемедицинских систем, в том числе в процессе телемедицинских консультаций	Анализ работы систем в процессе проведения телемедицинских консультаций
10	Работа в режимах «точка-точка», «звезда — один ко многим» (дистанционное обучение), «многие-ко-многим» (видеоконсилиум) без использования дополнительного оборудования	Проведение телемедицинских консультаций в режиме on-line, а также обучающих сеансов и видеоконсилиумов

Продолжение табл. 8.1

№	Свойство системы	Область применения / Назначение
11	Защита информации, авторизация и средства цифровой подписи	Защита информации и подпись под протоколом телемедицинских консультаций
12	Возможность проведения нелинейного монтажа для подготовки лекционного материала или различных отчётов	Составление отчёта о том или ином диагностическом процессе для истории болезни или для презентаций
13	Возможность совмещения передачи медицинских изображений с передачей данных от систем мониторинга жизнеобеспечения	Удалённое наблюдение за пациентом с одновременным просмотром медицинской телеметрической информации
14	Возможность показа текста или презентации в окне рабочего стола из файлов, подготовленных ранее в различных редакторах	Для проведения дистанционного обучения
15	Возможность подключения ранее созданного программного обеспечения, а также различных алгоритмов обработки медицинской информации	Использование ранее накопленного материала, а также дистанционная обработка медицинских изображений
16	Возможность адаптации для проведения телемедицинских консультаций по вновь разработанным методам диагностики и лечения	Возможность самостоятельного создания методик проведения телемедицинских консультаций при разработке новых методов диагностики и лечения
17	Наличие открытого интерфейса для обмена информацией с другими телемедицинскими и информационными системами	Для создания шлюзов обмена медицинской информации с другими телемедицинскими системами
18	Русскоязычный интерфейс и инструкция пользователя на русском языке	Для комфортной работы врачей

8.7. Текущее состояние и перспективы развития телемедицины за рубежом

По представлениям специалистов, телемедицина остаётся в первую очередь дистанционной диагностикой, однако её потенциальные возможности значительно шире. Сетевые технологии предоставляют возможность документальной передачи историй болезни при переводе больных из клиники в клинику, оперативное решение вопросов страхования и оплаты, новые возможности

повышения квалификации врачей, широкое внедрение новых медицинских технологий и методов, дистанционные медицинские консультации, консилиумы, телеконференции и телеманипуляции (дистанционное управление аппаратурой и даже хирургические вмешательства на расстоянии).

Первой страной, поставившей телемедицину на практические рельсы, стала Норвегия, где имеется большое количество труднодоступных для традиционной медицинской помощи мест. Второй проект был осуществлён во Франции для моряков гражданского и военного флотов. А сегодня уже трудно назвать западноевропейскую страну, где не развивались бы телемедицинские проекты. Особый размах сеансы телемедицины получили в США.

В настоящее время во многих странах и в международных организациях разрабатываются многочисленные телемедицинские проекты. ВОЗ разрабатывает идею создания глобальной сети телекоммуникаций в медицине. Имеется в виду электронный обмен научными документами и информацией, её ускоренный поиск с доступом через телекоммуникационные сети, проведение видеоконференций, заочных дискуссий и совещаний, электронного голосования.

Получают развитие и международные сети медицинских телекоммуникаций, направленных на разные цели: система «Satellife» — для распространения медицинских знаний в развивающихся странах и подготовки кадров, «Planet Heres» — предложенная ВОЗ система глобальных научных телекоммуникаций, международной научной экспертизы и координации научных программ, другие системы и сети.

Европейское сообщество уже несколько лет назад финансировало более 70 международных проектов, нацеленных на развитие различных аспектов телемедицины: от скорой помощи (проект HECTOR) до проведения лечения на дому (проект HOMER-D). Главной задачей проектов является развитие методов медицинской информатики, нацеленных на регистрацию и формализацию медицинских данных, их подготовку к передаче и приёму. Разрабатываются и испытываются алгоритмы сжатия информации, стандартные формы обмена информацией как на уровне исходных данных (изображений, электрических сигналов, например электрокардиограмм, и т. д.), так и на уровне истории болезни. Идёт разработка автоматизированных рабочих мест по различным врачебным и диагностическим специальностям (ультразвуковая диагностика, компьютерная томография, рентгенология, биохимия).

Все разрозненные на первый взгляд проекты на самом деле хорошо скоординированы, существуют проекты, интегрирующие все конкретные разработки (например, ITHACA), а также проекты, осуществляющие оценки эффективности частных проектов и распространение лучших решений (STAR). Практически все проекты дублированы, т. е. ЕЭС заведомо идёт на увеличение расходов, чтобы получить наилучшие решения.

В настоящее время в мире известно более 250 телемедицинских проектов, которые по своему характеру делятся на клинические (подавляющее большинство), образовательные, информационные и аналитические. По географической распространённости проекты распадаются на: местные (локальные внутри одного учреждения, их 27 %), региональные (40 %), общенациональные (16 %) и международные (17 %). Многие проекты являются многоцелевыми, в половине случаев (48 %) они связаны с телеобразованием и телеобучением. В каждом четвёртом проекте новые каналы передачи информации используются для нужд управления и администрации. В 23 % телемедицина используется для медицинского обслуживания жителей сельских и удалённых районов.

По источникам финансирования проекты можно подразделить на финансируемые из бюджетных источников; за счёт грантов различных фондов и организаций; из средств компаний и корпораций; за счёт внутренних источников финансирования. Большинство телемедицинских проектов финансируются в диапазоне от $100 000 до $1 000 000, значительное число программ имеет финансирование свыше $2 000 000, а самой крупной является программа телемедицинской сети в Оклахоме ($5 500 000), которая соединит 45 сельских клиник, расположенных в радиусе 3500 миль. Среди телемедицинских программ велик удельный вес связанных с рентгенологией, хирургией, экстренной медицинской помощью, кардиологией, дерматологией, неврологией, психиатрией и педиатрией. В 6 % американских проектов телемедицина используется для оказания медицинской помощи заключённым.

Некоторые из этих проектов заслуживают особого внимания.

— Проект в штате Аляска объединяет семь точек для передачи рентгеновских изображений по линиям ISDN, в том числе спутниковой связи. Планируется использование каналов NASA для телемедицинских услуг жителям сельских районов Аляски и установления контактов с партнёрами на Российском Дальнем Востоке и в околополярном регионе.

— Телемедицинская нейрохирургическая сеть в штате Калифорния в течение одного часа обеспечивает консультации специалистов для района, где до того экстренная нейрохирургическая помощь была недоступна.
— Интегрированный телемедицинский проект в штате Вирджиния использует Интернет для организации телеконференций, дискуссионных групп, создания общих баз данных, включая видео- и аудиофрагменты, графику и пр.
— Телемедицинская программа штата Джорджия соединяет двухсторонними линиями связи больницы, амбулаторные клиники и тюрьмы штата. Проведено более 1000 консультаций по 40 специальностям. Передвижные телемедицинские фургоны использовались во время Олимпиады-96 в Атланте).
— Телемедицинские проекты для сельской местности предлагаются в Университете штата Колумбия (широкополосные спутниковые каналы связи для своевременной передачи больших объёмов данных в территориальные госпитали, в перспективе — сочетание спутниковой связи с наземными волоконно-оптическими каналами).
— В Лексингтонском университете (Кентукки) анализируются результаты использования телемедицины при травматических повреждениях в 11 округах штата. В ближайших к месту происшествия медицинских пунктах средний медицинский персонал помогает произвести дистанционный опрос пострадавшего, использовать электронный стетоскоп и сделать рентгенографию.
— Телемедицинская сеть Квинсленда (проект интегрированной психиатрической службы). В центральном госпитале в Брисбене установлены 8 модулей для проведения видеоконференций, которые используются как «видеотелефоны». Второй этап проекта — развитие телемедицинской сети всего штата, включающей 80 модулей по важнейшим клиническим специальностям.
— Телемедицинский проект нейрофизиологической клиники Медицинского центра в Хьюстоне. Телемедицинское амбулаторное наблюдение за состоянием больных с неврологическими нарушениями и повреждениями мозга; после обследования и лечения в Центре проводятся скрининг-интервью и поддерживающая психотерапия.
— В Германии телемедицинский проект университета Штутгарта обеспечивает нескольким больницам удалённый до-

ступ к электронному микроскопу для оценки телемикроскопии в телепатологии.

— Проект по телерадиологии университетского госпиталя в Мангейме: передача компьютерных томографических, магниторезонансных, ангиографических и других изображений между разными корпусами и отделениями, а также квартирами дежурящих на дому наиболее опытных специалистов.

Среди прочих программ есть ряд проектов, предлагающих телемедицинские услуги на дому для тяжёлых больных. В Канзасском университете телемедицинские технологии используются для онкологических консультаций, психиатрической помощи в тюрьмах и хосписах, в Ньюфаундлендском телемедицинском центре — для консультаций больных в сельских и отдалённых регионах, в Техасе (Гальвестонский центр телездравоохранения и дистанционного обучения) ежемесячно проводится до 400 консультаций для заключённых.

Активно развивается телемедицина и в военных ведомствах США, перешедших после войны во Вьетнаме на профессиональную (добровольную) военную службу. Всего в военную телемедицину вложено свыше 4 млрд долларов. Телемедицина оказывается крайне эффективной при организации медицинской помощи как на поле боя, так и в мирное время примерно 8 млн человек. Эксперименты с телемедициной проводились в Ираке во время «Бури в пустыне» и в Сомали; они были расширены в 1996 году в Македонии, а год спустя — в Боснии. Военные разработки в сфере телемедицины в основном сосредоточены в Исследовательском центре Форт Детрик (ранее Центр разработки биологического оружия) и в Военно-медицинском центре им. Уолтера Рида.

После терактов в Нью-Йорке и Вашингтоне 11 сентября 2001 года активизировали свою работу Глобальный центр ресурсов телездравоохранения в Университете Восточной Каролины, Центр медицинской защиты при массовых катастрофах, эпидемиях и терроризме в Скалистых горах. Американская ассоциация телемедицины предложила создать рабочую группу по вопросам внутренней безопасности на случай террористических атак и пр.

Значительное внимание телемедицине уделяют правительства и законодательные органы ряда стран. В США с 1995 по 2001 годы Конгресс и Сенат рассмотрели 16 законопроектов, прямо направленных на развитие и расширение использования телемедицины, а также 15 законопроектов, в которых вопросы

телемедицины так или иначе затрагивались, даже если не были главными.

8.8. Текущее состояние и перспективы развития телемедицины в России

Особая важность телемедицины для России связана не просто с разрывом в уровнях диагностики в ведущих медицинских центрах и практической периферийной сети из-за различий в уровне и обеспеченности кадрами и оснащением. Этот разрыв, существующий во всех странах, усиливается в России большими расстояниями и низкой плотностью населения при одновременной недостаточности средств транспорта и связи. Сегодня эти проблемы обостряются вследствие общего кризиса системы здравоохранения, обусловленного сокращением бюджетных ассигнований, децентрализацией управления и финансирования, упадком системы этапной медико-санитарной помощи населению, предусматривавшей систематическую помощь практическим учреждениям здравоохранения со стороны центральных клиник и институтов (выездные бригады), широкое использование санитарной авиации для быстрой доставки пациентов из отдалённых и труднодоступных местностей или направления консультантов на периферию.

При сложной экономической ситуации и децентрализации международных закупок, наличии у субъектов Федерации «собственных» средств, рекламной активности зарубежных фирм и т. п. в стране быстро (но крайне неравномерно) нарастает парк современной высокотехнологичной медицинской аппаратуры. Это, однако, не приводит к соответствующему подъёму качества медицинской помощи — уровень диагностики и лечения в центральных клиниках (в Москве, Санкт-Петербурге, Новосибирске) по-прежнему значительно превосходит уровень практического здравоохранения.

В результате диагностическая и консультативная помощь населению регионов со стороны центральных клиник стала практически недоступной, в ведущих медицинских центрах (НИУ РАМН и МЗ РФ) число пациентов из других регионов страны уже к 1995 году уменьшилось по различным специальностям в 3–10 раз. Решающее влияние экономических (а не медицинских!) факторов на состав больных из регионов подтверждается и статистикой в период с 1995 по 1998 годы: несмотря на примерно постоянное число приезжающих больных, их география неуклонно смещается в сторону более «богатых» регионов.

Динамика падения числа обращений из регионов хорошо коррелирует с показателями снижения социально-экономического благополучия граждан и регионов и ростом цен на транспортные услуги. Затраты на поездку в Москву становятся сравнимыми с самой стоимостью диагностики и лечения, а подчас и превосходят её.

Телемедицина — принципиально новый (на уровне научно-технической революции) способ решения тех проблем, которые до этого во многом решались системами «медицинской авиации», «выездных бригад» и пр. Появляется возможность принципиально иной схемы взаимоотношений медицинских работников различных специальностей: создание «виртуальных клиник», специалисты которых могут находиться в различных регионах России. Пациент, обращаясь к лечащему врачу в своём регионе, может быть обследован под наблюдением «удалённых» специалистов, причём состав этих специалистов может быть предложен как лечащим врачом, так и выбран самим пациентом. Благодаря телемедицинским технологиям не только меняется организационная структура схемы оказания медицинской помощи, но и финансирование становится полностью адресным.

В настоящее время, после введения обязательного медицинского страхования и взаиморасчётов между регионами, даже если лечение остаётся для больного бесплатным, пациенты, особенно с хроническими и сложными заболеваниями, обычно находятся в стационаре 10–15 дней. Если в процессе диагностики выявляется, что пациенту могут помочь только в Москве или другом крупном городе, он направляется в центр, госпитализируется и процесс диагностики повторяется. Это неоправданное расходование ресурсов может быть предотвращено за счёт дистанционного консилиума при унификации диагностических процедур на базе современной техники и полноценной передачи медицинской информации.

Телемедицина позволяет на качественно новом уровне телекоммуникационных возможностей обеспечить обмен данными и мнениями (в интерактивном режиме), что способствует существенному повышению качества и ускорению диагностики болезней по месту жительства пациента, изменяет связи центра и периферии без простого патронажа со стороны центра (в отношении науки).

Это скачок в новую информационную эпоху, причём вполне вероятно, что в России телемедицина даст даже больший эффект, чем за рубежом, именно в силу наших традиций. При этом могут быть использованы преимущества отечественной си-

стемы здравоохранения, при которой звенья первичной медико-санитарной помощи выдвигаются как можно ближе к населению, туда, где люди живут и работают, а высококвалифицированная помощь оказывается в тех городах, где для организации такой помощи имеются финансовые и техническое возможности и где численность населения обеспечивает экономическую эффективность организации специализированных клиник, оснащённых дорогостоящим оборудованием.

Поэтому развитие телемедицины в России более, чем в любой другой стране, может и должно опираться на учёт многолетних традиций эшелонированной медико-санитарной помощи, позволявшей в значительной степени компенсировать отрицательный эффект больших расстояний и неравномерности развития регионов с разной плотностью населения.

Развитие телемедицины может оказать значительное воздействие на все функции системы здравоохранения, включая развитие и координацию медицинской науки, профилактику заболеваний, экстренную и плановую помощь, подготовку и усовершенствование кадров, маневрирование материально-техническими ресурсами.

Развитие информационных технологий позволяет поставить в перспективе ещё одну задачу, которую можно рассматривать как дополнительную к получению удалённых консультаций. Это задача формирования единой истории болезни человека. Врачи при лечении одного и того же пациента общаются между собой с помощью выписок — чего явно недостаточно. И даже если больному будет обеспечена консультация у самого лучшего специалиста, тот может не иметь всех нужных ему данных. В перспективе, при создании единого медицинского телекоммуникационного пространства, реально организовать доступ ко всем медицинским документам пациента, хранящимся в различных медицинских учреждениях, из любой точки, где возникнет в этом потребность, в том числе при проведении телемониторинга за особыми контингентами пациентов (инвалиды, пожилые и др.). В целом эта задача значительно сложнее организации удалённых консультаций, но она может решаться поэтапно.

Имеющиеся и активно развивающиеся в стране современные средства связи позволят объединить региональные и центральные лечебные учреждения в единую сеть и таким образом обеспечить «доставку интеллектуального потенциала лучших клиник страны в те места, где в нём экстренно нуждаются».

Хотя телемедицинские технологии развиваются повсеместно, в высокоразвитых странах (особенно западноевропейских) прак-

тическая нужда в них ограничена, в развивающихся странах они остро необходимы, но дело затрудняется недостаточностью или отсутствием нужной инфраструктуры здравоохранения, медицинских традиций и опыта.

В отличие от этого в России (и других странах СНГ) имеются все предпосылки к широкому использованию телемедицины. Более того, телемедицина может облегчить (обеспечить) решение стратегически важной задачи организации взаимодействия практического здравоохранения с центральными высокоспециализированными медицинскими учреждениями на принципиально новом методологическом уровне.

Телемедицина в России уже реально развивается, ситуацию можно сравнить с полем, на котором пробиваются активные, хотя ещё и беспорядочные всходы. В ряде городов и регионов медицинские учреждения имеют возможности использования лечебно-диагностического оборудования для работы в телекоммуникационном режиме и уже проводят периодические телемедицинские консультации. При этом используются различные каналы (от телефонных линий до спутниковой связи).

Преимущества и высокая эффективность телемедицины в условиях России, а также её самоокупаемость станут очевидными при включении в систему большинства центральных научных и клинических учреждений и как минимум 20–25 регионов (областей), постоянно обращающихся за консультациями, когда загрузка системы и разнообразный характер запросов станут статистически достаточными.

Специалисты в числе наиболее важных проблем называют необходимость разработки общей концепции и государственной программы развития телемедицины, выделения первичных капиталовложений и определения механизмов финансирования телемедицинских услуг (в том числе за счёт средств ОМС), принятия законодательных актов по использованию и развитию телемедицинских технологий.

Реализация общенациональной телемедицинской программы позволит повысить уровень медико-санитарной помощи населению, обеспечить ускоренный рост потенциала медицинских учреждений регионов. А раскрывающиеся по мере накопления опыта возможности телемедицинских технологий, несомненно, окажут значительное воздействие на решение всей системы здравоохранения: на профилактику заболеваний, экстренную и плановую помощь при заболеваниях, развитие и координацию науки, подготовку и усовершенствование кадров, маневрирование материально-техническими ресурсами, управление системой и повыше-

ние эффективности её функционирования как в чрезвычайных ситуациях, так и при решении типовых задач в плановом порядке.

Глава 9

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИМИ ДАННЫМИ

Данная глава посвящена рассмотрению различных способов хранения и представления медицинской информации. Обсуждаются реляционные, объектные и объектно-реляционные технологии.

9.1. Интерпретация медицинских данных

КОГНИТИВНЫЙ ПРОЦЕСС

В общем, когнитивный процесс интерпретации основывается на механизме аргументации. Аргументация начинается с появления (формирования) гипотез, которые могут объяснить происходящие явления и процессы, с последующей верификацией каждой из них на предмет подтверждения или отмены. Слова, используемые для описания ситуации, симптомов, признаков и отношений, устанавливаемых между этими признаками, в значительной степени влияют на процесс аргументации. Этот феномен комбинируется с неопределённостью, свойственной различным диагностическим процедурам. Именно этой комбинацией объясняется интра- и интероператорная неоднозначность медицинской информации.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

Отсутствие стандартизованного медицинского словаря связано с нечёткостью медицинских наблюдений. Использование близких, но не абсолютно синонимичных терминов для одних и тех же понятий или для понятий, близких к данным терминологически, — источник семантической неоднозначности и погрешности.

В медицинской литературе, так же как и в описании клинических случаев, часто встречается количественная и качественная неопределённость, например, термины «часто» и «в общем»

используются для определения одних и тех же ситуаций. Количественные признаки также часто являются субъективными и могут интерпретироваться по-разному.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ОТНОШЕНИЙ

Процесс вывода и оценки диагностических данных основывается на отношениях между общедиагностическими и частными чертами клинического случая. Практика показывает, что общие случаи проявляются более явно, чем частные, и что, с другой стороны, симптомы и диагнозы могут иметь место, даже если они не связаны друг с другом. Такие очевидные корреляции создают дополнительные помехи в процессе оценки диагностических данных и, следовательно, ухудшают качество используемых данных.

9.2. Специфика представления медицинских данных

Вероятностная природа медицинской информации позволяет утверждать следующее: повышение качества оказания медицинской помощи может происходить за счёт увеличения объёмов одновременно оцениваемой информации (объёмов статистической выборки) и количества принимаемых во внимание параметров (тестов). Другим способом повышения качества диагностики заболевания и, следовательно, качества лечения становится увеличение качества сохраняемых в информационной системе медицинских данных, которое стало возможным в контексте изменения взгляда на управление данными, происходящего в мире информационных технологий в последние годы.

Пользователям информационных систем теперь требуется больше, чем быстрый доступ и манипулирование простыми, алфавитно-цифровыми данными. Экономические отношения, всё больше затрагивающие сегодня ЛПУ, становятся более интеллектуальными, предприятия должны думать о завтрашнем дне и непрерывно адаптироваться к новым условиям рынка, обращая в капитал преимущества новых технологий и возможностей, как только эти возможности возникают в поле их зрения.

Управление и полноценное использование всей сложной информации, которая постоянно проходит через различные подразделения, должно стать основой предприятия завтрашнего дня. Для представления информации необходима надёжная и адекватная информационная система, которая ориентирована не только на алфавитно-цифровые данные, но и на видео, звук, документы,

пространственную информацию, изображения и которая позволит принимать своевременные и адекватные решения. Полная и всесторонняя информация может обеспечивать критичное понимание происходящих процессов, позволяя оценивать и постоянно улучшать способы работы внутри предприятия. Особенно это утверждение актуально для медицинских информационных систем, так как медицинские данные, полученные в процессе диагностики и лечения, являются чаще всего мультимедийными.

9.3. Технологии управления данными

Условно можно выделить четыре различных технологии для управления данными: файловые системы, реляционные системы управления базами данных (RDBMS), объектно-ориентированные системы управления базами данных (OODBMS) и объектно-реляционные системы управления данными (ORDBMS и другие). Каждая из них имеет свои преимущества, которые делают её адекватной для специфических классов проблем управления данными (см. рис. 9.1) в соответствии с комбинацией значений двух параметров: во-первых, *сложность (степень интеграции) данных*, и, во-вторых, частота и *сложность (степень интеграции) запросов*.

Рис. 9.1. Классификация систем управления данными

«ПРОСТЫЕ ДАННЫЕ, ОТСУТСТВИЕ ЗАПРОСОВ»: ФАЙЛОВЫЕ СИСТЕМЫ И ВИДЕОСЕРВЕРЫ

Файловые системы могут быть использованы, когда речь идёт об обеспечении обработки по запрошенному имени объекта (файла). Типичные приложения файловых систем включают загрузку документа в текстовый процессор, электронную таблицу или графическую программу. Поскольку число файлов относительно

мало и часто их перемещение выполняется пользователем, не возникает никакой потребности в обработчике запросов. Специальный класс файлового сервера — видеосервер, который является специализированным файловым сервером для обеспечения асинхронного доступа к видеосегментам. Конечно, файлы обычно имеют сложную внутреннюю структуру, но это скрыто от файловой системы или видеосервера и не используется при размещении файла или видео.

«ПРОСТЫЕ ДАННЫЕ, ОБРАБОТКА ЗАПРОСОВ»: РЕЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ

Современные RDBMS — масштабируемые, надёжные и управляемые системы, которые обеспечивают доступ к содержанию данных, используя для запросов язык SQL. Однако существующие RDBMS обеспечивают только ограниченную поддержку для сложных данных, которые они сохраняют как большие двоичные объекты (BLOB) и для которых не определены операции индексирования, поиска и управления внутри сервера. Это становится главной помехой в разработке новых классов приложений, и многие разработчики RDBMS стремятся сейчас добавлять в свои продукты поддержку для сложных объектов, которая может переместить их в класс ORDBMS.

«СЛОЖНЫЕ ДАННЫЕ, ОТСУТСТВИЕ ЗАПРОСОВ»: ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ

OODBMS можно определить как систему управления данными, обеспечивающую постоянное хранение комплексных объектов, управляемых в соответствии с принципами объектно-ориентированного программирования (ООП). OODBMS позволяют представить структуру сохраняемых данных в виде иерархии классов, обеспечивая разработчика приложения всеми преимуществами объектной концепции: инкапсулирование данных, наследование, повторное использование кода, эффективность операций. Однако, поскольку фундаментальный способ навигации для OODBMS — это указатель, обеспечение высокооптимизированного языка запросов не является главной целью разработчиков OODBMS, и поэтому разработка и сопровождение приложений несколько более дороги, чем с RDBMS. Существующие OODBMS не являются масштабируемыми для больших объёмов данных или большого числа пользователей, в то время как некоторые из RDBMS-продуктов решают эту проблему.

«СЛОЖНЫЕ ДАННЫЕ, ОБРАБОТКА ЗАПРОСОВ»: ОБЪЕКТНО-РЕЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ

Новые потребности управления данными диктуют требования к новым информационным системам: обеспечение высокомасштабируемого и надёжного доступа к большим объёмам сложных данных через запросы. Три категории управления данными, описанные выше, не в состоянии решить эту проблему, поскольку каждая из них является узко специализированной, тогда как для успешного решения задачи требуется эксплуатировать разнородные, а иногда и противоречивые принципы и методы. Ещё недавно исходящий из новых требований объектно-ориентированный подход к управлению базой данных выглядел привлекательным. Теперь, однако, пользователи серьёзно оценивают объектно-ориентированные программы и больше не хотят терять преимущества RDBMS. Разработчики пытаются соединить две технологии, то есть реляционное и объектное управление базами данных.

9.4. Реляционный и объектный подходы: за и против

Слияние реляционных систем управления базой данных с объектно-ориентированной технологией обусловлено двумя причинами:

- Ни реляционная, ни объектная технология управления базой данных не обеспечивает все функциональные возможности, необходимые для создания эффективных современных приложений.
- Реляционные базы данных остаются доминирующим способом представления данных, несмотря на ООП, которое становится главным подходом к разработке программного обеспечения. Миграция к объектному управлению данными может обеспечивать ситуативную обработку runtime-процессов, но полная миграция данных и систем управления данными в сторону объектно-ориентированной парадигмы, как показала практика, достаточно трудоёмка и нецелесообразна.

Следовательно, необходимо не объединять реляционную систему управления базой данных и объектно-ориентированную технологию, а выработать новую технологию на их основе для управления базой данных. Реляционные связи и объекты долж-

Таблица 9.1

Сравнение реляционного и объектного управления данными

	Реляционное управление данными	**Объектное управление данными**
Достоинства	— Доминирование этой структуры данных в большинстве организаций в настоящий момент — Совместимость стандартов и поддержка для открытых систем — Индустриальный стандарт SQL — Надёжность, отказоустойчивость, эффективность, безопасность, целостность, полнота — Поддержка параллельной обработки — Поддержка многопоточной/многопользовательской архитектуры — Снижение стоимости и объёма операций ввода-вывода — Инструменты мониторинга — Сохранённые процедуры и триггеры — Расширения SQL, такие как ограничения целостности — Блокировки и различные уровни изоляции — Интерактивное резервное копирование и восстановление.	— Эффективное управление комплексными объектами и связями (по сравнению с ограничениями реляционных СУБД) — Обеспечение постоянности (жизненного цикла) объектов (по сравнению с объектно-ориентированными языками программирования) — Объектно-ориентированный подход к моделированию — Гибкость — Продуктивность — Модульность — Повторная используемость кода
Недостатки	— Невозможность реализации в реляционной модели данных комплексных объектов, включая изображения, документы, видео, звук, анимацию, композитные объекты и временные ряды	— Ограничения по надёжности в многопользовательской среде — Сложность реализации параллельной обработки запросов — Отсутствие индустриальных стандартов и расширений SQL — Гранулированные системы безопасности

ны сосуществовать в распределённой объектной вычислительной среде, чтобы поддерживать унаследованные данные и приложения, а также новые приложения с новыми возможностями базы данных. Интегрирование объектно-ориентированной технологии

с реляционным управлением данных, очевидно, становится ведущим направлением технологии управления базами данных.

9.5. Объектное моделирование

Сейчас, в то время как большинство приложений всё чаще и чаще разрабатывается в объектно-ориентированной технологии, данные, к которым эти приложения осуществляют доступ, существуют в реляционных базах данных. В таких средах введение объектно-ориентированной разработки создаёт фундаментальное несоответствие между моделью программирования (объекты) и способом, которым существующие данные сохранены (реляционные таблицы).

Чтобы разрешить такое несоответствие, должно быть установлено отображение между объектами приложения и реляционными данными. Создание объектной модели из существующей реляционной схемы базы данных называют обратным проектированием (reverse engineering). Напротив, создание реляционной схемы из существующей объектной модели часто упоминается как прямое проектирование (forward engineering). Практически, обе эти технологии в процессе жизненного цикла разработки приложения должны быть объединены в итерационном технологическом процессе, чтобы поддержать связь между объектными и реляционными представлениями данных.

При определении отношений между реляционными данными и объектами приложения существует два подхода к установлению соответствия между реляционными таблицами и типами объектов: подход «table = type» и объектное моделирование. В первом случае каждая строка в таблице представляет экземпляр объекта и каждый столбец в таблице соответствует атрибуту объекта. Это взаимно-однозначное отображение обеспечивает литеральную трансляцию между реляционным представлением данных и объектом приложения. Этот подход прост для реализации, но не предлагает достаточной гибкости.

В противоположность ему, объектное моделирование представляет реляционную схему базы данных в реальной объектно-ориентированной модели, которая реализует объекты и их связи друг с другом способом, не зависящим от основного формата данных. Создание объектной модели из реляционной схемы подобно семантической трансляции. Объектная модель не только может маскировать первоначальный реляционный формат, но также может обеспечивать прозрачную интеграцию одной или более физических баз данных. Появляется возможность дать

новое значение реляционным данным через моделирование объектов, обеспечивая новый и гибкий способ просмотра и манипулирования данными.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ УПАКОВЩИК ОБЪЕКТОВ (OBJECT WRAPPER)

Упаковщик объектов (Object Wrapper) обеспечивает объектные возможности через иерархическое представление имитаторов объектов на верхнем уровне регулярной (нормализованной) реляционной СУБД. Традиционный подход состоит в разработке упаковщика объекта вручную. Wrapper обращается к необъектным данным и возвращает эти данные приложению в объектном формате. Wrapper использует API уровня языка программирования типа SQL, чтобы помещать и получать данные из базы данных и управлять в оперативной памяти трансляцией между объектным представлением данных и реляционным форматом. Специализированный упаковщик разрабатывается в соответствии с потребностями специфического приложения и обычно не предлагает универсального решения для повторного использования. Они обычно поддерживают только литеральное «table = type» отображение, без объектного моделирования реляционных данных.

Недостатки специализированного упаковщика:

— трудоёмкость разработки;
— сложное сопровождение — необходимость модификации программного кода при всяком изменении схемы БД;
— отсутствие переносимости системы на различные платформы и СУБД.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

Инструментальные средства для отображения и моделирования идут дальше методологии «table = type» и обеспечивают способ обращения к одной или более реляционным базам данных через объектную модель. Этот класс программ может также обеспечивать инструментальные средства для автоматизации процесса установления и поддержания отображений реляционных данных и объектов. Перечислим их основные возможности:

— Некоторые инструментальные средства обеспечивают более чем литеральную трансляцию с помощью гибкой, надёжной объектной модели. С гибкой объектной моделью отображение может быть расширено вне связей данных между объектными и реляционными представлениями.

— Эти инструменты генерируют код отображения, который также компилируется в приложение или сохраняется в отдельном уровне отображения. Сохранение объектных/реляционных отображений на отдельном уровне отображения не только облегчает сопровождение отображений, но также обеспечивает общедоступный способ для всех объектно-ориентированных приложений, чтобы обратиться к реляционным данным.

— Некоторые из них включают инструментальные средства, которые автоматизируют порождение объектных/реляционных отображений с помощью утилиты извлечения схемы данных и генератора соответствий. Некоторые инструментальные средства ориентированы на прямую технологию, другие — на реверсную технологию; некоторые поддерживают обе из них.

— Некоторые инструментальные средства поддерживают постоянные межобъектные ссылки вне основной базы данных, чтобы соответствовать требованиям интеграции больше чем с одной базой, и возможность построения гетерогенных баз данных.

— Некоторые инструментальные средства имеют дело с клиентскими сервисами типа кэширования объекта и управления транзакциями.

9.6. Объектно-реляционные системы управления базами данных

Другой подход к слиянию объектной и реляционной технологий состоит в разработке объектно-реляционной системы управления базой данных (ORDBMS). Этот подход радикально отличается от методики объектного моделирования над реляционной базой данных, которое пытается обеспечивать объектные возможности иерархическим представлением имитаторов объектов на верхнем уровне регулярной (нормализованной) реляционной СУБД.

В ORDBMS данные хранятся как структуры и внутренние детали доступны для функций, выполняющихся на сервере. Определение функции ORDBMS включает команды оптимизатору относительно ввода-вывода и CPU-стоимости функции, так что оптимизатор может выбирать интеллектуальный план запроса. Функции выполняются на сервере — близко к данным, что обеспечивает более высокий уровень эффективности. В табл. 9.2 приводится список некоторых критических отличий между двумя технологиями.

Некоторые новые типы данных не вписываются в традиционные структуры данных и методы их обслуживания, принятые

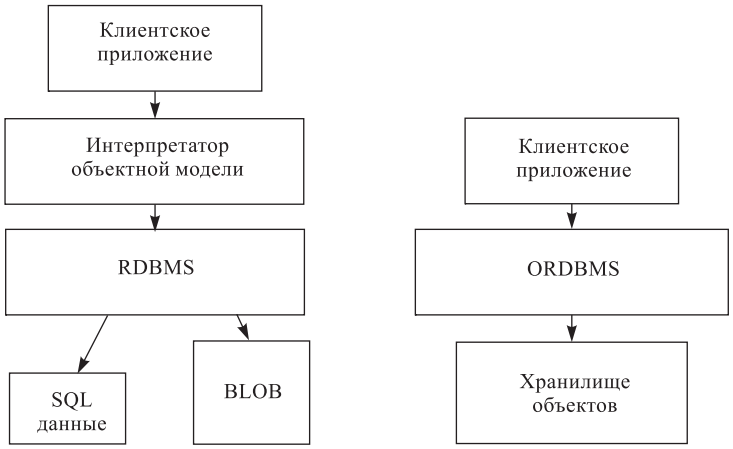


Рис. 9.2. Объектное моделирование по сравнению с архитектурой ORDBMS

в реляционных СУБД: B-деревья, хеширование и индексирование. Примеры данных, плохо обслуживаемых такими способами: двумерные и трёхмерные графические данные, для которых стандартные методы доступа являются действительно бесполезными. Без соответствующего метода доступа манипулирование такими данными происходит предельно медленно даже на очень быстрых компьютерах. Также замедляет этот процесс увеличение объёма хранимых данных. Добавление нового метода доступа к типичному RDBMS — очень сложная задача, которая может выполняться только разработчиком RDBMS, в то время как ORDBMS ориентированы на заменяемые методы доступа. Хотя добавление нового метода доступа (или типа индексирования) — не совсем типичное действие процесса разработки, это важная часть расширяемости ORDBMS, потому что оно требуется для высокоэффективного доступа ко многим нетрадиционным типам данных.

Текущий период характеризуется как становление этой области информационных технологий, но уже сейчас очевидно, что направление дальнейших разработок определяется поистине революционным развитием коммуникационных технологий и распределённых вычислений. Мировое сообщество осознало необходимость перехода к глобальным коммуникациям, и возможно, эта тенденция в ближайшее время приведёт к появлению новых

Таблица 9.2

Критические различия ORDBMS и объектного моделирования (OM)

Отличия	ORDBMS	OM
Все вычисления выполняются на сервере	Да	Нет
Методы доступа определяются пользователем	Да	Нет
Расширение языка запросов (SQL)	Да	Нет
Оптимизация вызовов функций	Да	Нет
Функциональное индексирование	Да	Нет

моделей управления данными и новых принципов построения информационных систем.

Глава 10
АРХИТЕКТУРА МИС

В данной главе формулируются основные требования к архитектуре современной информационной системы и, в частности, МИС.

Изначально миссия информационных технологий (ИТ) состояла в том, чтобы обеспечивать поддержку производственного процесса в рамках предприятия с помощью прикладных систем, таких как программы финансового учёта, склад, инвентаризация, планирование требований производства. Сегодня, во времена информационной революции, роль ИТ должна измениться, чтобы поддержать возрастающее значение информации, выступающей теперь непосредственно в качестве продукции. Следовательно, должны измениться и требования к архитектуре информационной системы, то есть должна быть выработана новая концепция приложения.

10.1. Адаптивная архитектура

Сегодня бизнес-среда изменяется быстрее, чем когда-либо прежде. Требования рынка, глобальная конкуренция, дерегуляция, слияние отраслей промышленности, политические сдвиги и совершенствование техники постоянно усиливают давление на предпринимателей, особенно в области информационных технологий. Этот процесс происходит на фоне неуклонного роста производительности и функциональности компьютерных систем, который, как замечают некоторые аналитики информационной инженерии [Вирт, 1996], в последнее время получает неконтролируемый характер. Предприниматели должны быть способны изменять способы ведения бизнеса, которые они использовали в прошлом, изменять бизнес-процессы. При этом отделы информационных технологий вынуждены адаптировать информационные системы, чтобы отразить эти изменения. Способность к мо-

дификации стала сейчас критическим показателем. Гибкость — ключ к успеху в информационно-ориентированной экономике.

Сегодня рынок информационных технологий заполнен продуктами, которые декларируют наличие гибкости. Открытые системы, технология клиент-сервер и объектно-ориентированное программирование обещают наступление следующей эпохи в компьютерной индустрии. Однако до сих пор большинство этих обещаний остаются только обещаниями. По оценкам экспертов, только 15 % клиент-серверных проектов можно рассматривать как успешные, при этом в качестве критерия успеха выступает своевременная поставка, способность уложиться в рамки бюджета и обеспечение требуемых функциональных возможностей. Однако неуспех подобных проектов имеет мало общего с имеющейся технологией.

Три первичные причины неуспеха:

— Конечные пользователи недостаточно были включены в проект на этапе разработки.
— Руководство заказчика недостаточно принимало участие в спецификации требований к проекту.
— Необходимость внесения изменений не рассматривалась как отдельный проект.

Чтобы добиться успеха с этими новыми технологиями, недостаточно только использовать новые инструментальные средства, необходимо изменить сам способ разработки прикладных систем. Кроме того, необходимо осознать, что большая часть персонала будет сопротивляться изменениям. Новые технологии приносят с собой ряд новых терминов и механизмов, с которыми людям придётся иметь дело. Хотя новое поколение инструментальных средств исключительно просто в использовании, при разработке проекта всё ещё требуются традиционные дисциплины разработки программного обеспечения: полный сбор требований, составление полного проекта, качественная методика разработки, экстенсивная инсталляция и планирование конфигурации. Но в дополнение к традиционным дисциплинам необходимо определить новую архитектуру, гибкую и адаптивную.

Архитектура определяет, каким образом системы, подсистемы, инструментальные средства или приложения вписываются в единую информационную среду. Этот показатель определяет технологические, финансовые и эмоциональные требования, которые должны быть выполнены для разработки успешных прикладных систем. Архитектура обеспечивает разработчиков метрикой, которая может использоваться при выборе технологии для разработки систем.

Чтобы удовлетворять базисным требованиям гибкости и адаптивности, архитектура должна разрабатываться исходя из следующих целей:

- обеспечение простого, ясного и гарантированного доступа ко всем корпоративным данным;
- возможность быстрой разработки и развёртывания новых прикладных систем;
- возможность быстрого изменения существующих прикладных систем;
- поддержка интеграции новых и существующих прикладных систем;
- использование существующих вложений в аппаратные средства, приложения и навыки персонала;
- поддержка текущих и находящихся на стадии становления технологий и стандартов;
- поощрение многократного использования;
- поддержка динамической реконфигурации систем в соответствии с требованиями масштабируемости или работы с сетями;
- поддержка мобильности, способности к взаимодействию (интероперабельности), распределенности, управляемости, надёжности, доступности, безопасности;
- независимость от среды.

10.2. Архитектуры приложений

Архитектура приложения диктует способ, которым приложение создаётся и каким образом отдельные компоненты распределены в рамках системы. Большинство прикладных программ разработано на основе трёх базовых типов компонентов приложения [Васкевич, 1996].

Компоненты **уровня представления** содержат логику, которая предоставляет информацию внешнему источнику и получает входную информацию от этого источника. В большинстве случаев в качестве внешнего источника выступает конечный пользователь, хотя это может быть также некоторое устройство автоматизированного ввода данных. Другая функция компонентов уровня представления — навигация пользователя через приложение и, опционально, контроль ограничений для вводимой информации.

Бизнес-компоненты содержат логику приложения, которая управляет бизнес-функциями и процессами, выполняемыми приложением. Эти функции и процессы вызываются или компонентами уровня представления, когда пользователь запрашивает

некоторую информацию, или другими бизнес-функциями. В общем, бизнес-функции выполняют некоторый тип манипулирования данными.

Компоненты уровня **доступа к данным** содержат логику, которая по существу является интерфейсом с системой хранения данных типа системы базы данных, иерархической файловой системой либо с другим источником данных типа внешнего приложения. Функции уровня доступа к данным вызываются бизнес-функциями, хотя в простых приложениях они могут вызываться непосредственно компонентами уровня представления.

ОДНОУРОВНЕВОЕ (ONE-TIERED) ПРИЛОЖЕНИЕ

В традиционных средах для мэйнфреймов и мини-компьютеров не выполняется явной декомпозиции приложения на отдельные компоненты, и при этом часто трудно очертить логику отдельных элементов. Вместо этого компоненты всех трёх уровней объединены в единую программу, которая исполняется на одной машине, находясь в памяти одновременно со связанными файлами данных. Такие приложения представляют собой или пакетные задания, или интерактивные приложения с разделением времени, управляемые пользователями, работающими с символьными терминалами.

Одноуровневая архитектура основана на среде, жёстко связанной с аппаратной платформой. Приложения написаны на одном языке, типа КОБОЛ или языка программирования четвёртого поколения (4GL), который обеспечивает собственный инструмент разработки представления (интерфейса) и услуги доступа к данным. В прошлом данные часто размещались в индексированных последовательных файловых структурах типа ISAM (индексно-последовательный метод доступа) или VSAM (виртуальный метод доступа) и принадлежали ассоциированному с ними приложению. В течение 1980-х одноуровневые прикладные системы чаще разрабатывались на основе разделяемых баз данных (иерархических, CODASYL или реляционных).

Одноуровневый подход обеспечивает ряд значительных преимуществ. Так как приложение централизовано в единой среде, им легко управлять и обеспечивать безопасность данных. Интерактивная диалоговая обработка запросов (OLTP), реализованная для мэйнфреймов и мини-ЭВМ, надёжна и отказоустойчива. Такие системы могут функционировать в круглосуточном режиме. И, имея достаточно мощный процессор, они могут обслуживать большое число пользователей с очень высоким уровнем транзакций. Одноуровневая архитектура OLTP-приложения ещё

остаётся краеугольным камнем для большинства используемых в настоящее время прикладных систем, для которых производительность имеет принципиальное значение.

Но существует также ряд значительных недостатков, связанных с одноуровневым подходом. Так как приложения ограничены мощностью одного процессора, масштабируемость может стать дорогостоящей перспективой. Если наступает перегрузка эксплуатируемого компьютера, единственной возможностью решения этой проблемы становится наращивание вычислительных возможностей за счёт приобретения более мощной машины. Поскольку объёмы прикладных систем постоянно возрастают, цена масштабируемости также становится всё выше и выше. В некоторых случаях используемая платформа не может наращиваться до такой степени, чтобы удовлетворять требованиям, предъявляемым к объёму (в терминах объёма данных, объёма (количества) пользователей или объёма транзакций). Но одноуровневые приложения чрезвычайно зависят от их аппаратной среды, включая операционные системы, структуры файлов, базы данных, языки и мониторы транзакций. Перенос приложения в другую среду часто подразумевает полное переписывание приложения. По существу, предприятие оказывается ограниченным рамками специфической аппаратной платформы.

Более важный недостаток, связанный с одноуровневым подходом, — недостаток гибкости. Так как бывает трудно выделить отдельные компоненты приложения, становится достаточно сложно вносить изменения в прикладные программы в соответствии с изменяющимися требованиями бизнеса. Поскольку логика приложения доступна только через логику представления, встроенную в приложение, очень трудно интегрировать отдельные прикладные системы или обращаться к функциям приложения извне данной прикладной системы. В связи с этим большой проблемой также становится обеспечение миграции данных из унаследованных систем. По оценкам Gartner Group, предприниматели в США в среднем расходуют 75 % бюджета на сопровождение существующих систем. Но даже с такими значительными ежегодными капиталовложениями предприятия, тем не менее, не уверены в эффективности использования имеющейся информации. Доступ и соответствующее использование общей корпоративной информации — ключ к долговременному успеху компании. Следовательно, предприятия вынуждены идти на компромисс и искать альтернативные пути более эффективного управления информацией.

ДВУХУРОВНЕВЫЕ (TWO-TIERED) ПРИЛОЖЕНИЯ

С появлением персональных компьютеров, локальных вычислительных сетей, реляционных баз данных, мощных настольных приложений и инструментальных средств разработки, компьютерная индустрия стала продвигаться в область открытых систем и технологии клиент-сервер. Первоначально предприятия обратились к технологии клиент-сервер с намерением осуществить процесс разукрупнения и уменьшить издержки. Настольные системы персональных компьютеров были перегружены излишней обработкой, и предприятия надеялись получить более эффективное использование имеющихся ресурсов. Но опыт показал, что конечным пользователям периодически становится недостаточно имеющейся мощности их рабочих мест, и вместо того, чтобы продолжать эксплуатировать прошлые капиталовложения, предприятия вынуждены постоянно обновлять или заменять настольные системы. Кроме того, единовременная поставка настольных систем требует значительного вклада в инфраструктуру связи, программное обеспечение и обучение конечного пользователя.

Фактически, финансовый анализ показывает, что использование технологии клиент-сервер не уменьшает общую стоимость разработки и эксплуатации информационной системы. По оценкам Gartner Group, стоимость таких систем в настоящее время составляет $42 000 на каждое рабочее место в течение каждых пяти лет. Суммарные затраты на эксплуатацию системы клиент-сервер обычно в три - шесть раз выше, чем на сопоставимую систему на базе мэйнфреймов, а программные средства управления и администрирования таких систем стоят в 2,5 раза дороже аналогичных инструментов для мэйнфреймов [Кодвел, 1996]. Например, в правительственных учреждениях округа Санта Клара (США) ежегодно тратится около 1 млрд долларов на поддержку и развитие более 50 версий систем клиент-сервер, используемых в различных локальных агентствах [Кодвел, 1996].

В связи с этим возникает вопрос: почему предприятия всё ещё так очарованы открытыми системами и технологией клиент-сервер? Идея открытых систем — освободиться от ограничений аппаратной среды; идея технологии клиент-сервер — обеспечить доступ к информации. При использовании технологии клиент-сервер специалисты, отвечающие за принятие решений, могут обращаться к информации, сохранённой в локальных реляционных базах данных. Они могут генерировать свои собственные отчёты и манипулировать данными, используя мощные элек-

тронные таблицы на настольных рабочих станциях. Другими словами, технология клиент-сервер позволяет пользователям использовать средства, к которым они привыкли.

Двухуровневая архитектура клиент-сервер разбивает приложение на две части и делит обработку между настольной рабочей станцией и серверным компьютером. В качестве настольной рабочей станции может выступать любой тип интеллектуального настольного устройства, включая Windows, OS/2, Windows NT, Macintosh, UNIX Motif или некоторую другую среду Motif. Серверный компьютер может ранжироваться по мощности процессора от самого слабого Intel-совместимого сервера локальной вычислительной сети до самого высокопроизводительного мэйнфрейма.

Разделение задач между клиентом и сервером внутри приложения может меняться в зависимости от возможностей используемых инструментальных средств. Один экстремальный случай — использование инструментариев для дисплея X-Windows или эмулятора терминала 3270, когда рабочая станция используется только для того, чтобы выполнить отображение информации для компонента уровня представления, а сервер выполняет большую часть логики представления, бизнес-логики и логики доступа к данным. В другом экстремальном случае, при использовании LAN-ориентированных удалённых файловых серверов, большая часть приложения постоянно находится на рабочей станции, а сервер выполняет только фактические операции доступа к данным. Но наиболее популярная среда клиент-сервер использует рабочие станции Windows с мощным инструментом разработки графического пользовательского интерфейса (GUI) и сервер UNIX с реляционной базой данных. Инструментальные средства GUI обеспечивают графический инструмент для разработки оконного интерфейса и язык программирования четвёртого поколения (4GL) для разработки бизнес-логики и SQL-логики доступа к данным, часто в комплекте с контекстно-чувствительными редакторами и отладчиками. Коммуникации между графическим интерфейсом пользователя и базой данных выполняются на основе частного SQL-ориентированного протокола коммуникационного уровня, предлагаемого поставщиком базы данных. Инструментальные средства ориентируются на быструю разработку приложений, которые выполняют простые действия над базой данных типа выбора, вставки, изменения и удаления. Этот тип архитектуры клиент-сервер обычно ассоциируется с понятием «толстый клиент», поскольку большая часть приложения, вклю-

чая логику представления, бизнес-логику и большинство логики доступа к данным, выполняется на рабочей станции.

Двухуровневый подход клиент-сервер обеспечивает значительные преимущества по сравнению с одноуровневым подходом. Инструментальные средства разработки графического интерфейса пользователя обеспечивают гораздо более быструю разработку и поставку приложений. Перенос большей части нагрузки на настольные рабочие станции позволяет «облегчить» сервер. Менее мощные системы UNIX-серверов значительно более дёшевы, чем крупные системы мэйнфреймов. Аппаратно-независимые системы баз данных допускают простую мобильность между системами, действительно устраняя блокирование в рамках выбранной среды. А инструментальные средства GUI, использующие, например, ставший стандартом интерфейс с SQL-базами данных Microsoft Open DataBase Connectivity (ODBC), обеспечивают свой уровень независимости клиентского приложения от реляционной базы данных. ODBC также обеспечивает свободный доступ к реляционным базам данных из наиболее популярных средств построения отчётов и электронных таблиц.

Но в обмен на эти преимущества, двухуровневый подход много теряет в смысле защиты, надёжности, масштабируемости и управления по сравнению с одноуровневым подходом. Двухуровневая модель работает чрезвычайно эффективно, пока вы разрабатываете простые приложения, обращаетесь исключительно к одной реляционной базе данных и не обеспечиваете поддержку большого числа пользователей. Но поскольку приложения становятся более сложными в терминах обработки бизнес-алгоритмов, числа одновременно доступных баз данных или числа обслуживаемых пользователей, двухуровневый подход приносит всё больше и больше проблем. Поскольку отсутствуют надёжные средства управления защитой, обеспеченные централизованной средой, каждое клиентское приложение должно включать в себя собственные механизмы защиты. Так как к реляционным базам данных можно обращаться из ряда различных клиентов, каждая база данных должна также обеспечивать собственный процесс защиты. Следовательно, пользователям приложения может потребоваться неоднократно выполнять операции авторизации при обращении к различным системам в ходе выполнения приложения. Так как каждая база данных обеспечивает собственный сетевой протокол, клиентское приложение должно поддерживать различные сеансы с каждой базой данных, к которой оно обращается. Однако многие инструментальные средства позволяют поддерживать только один активный сеанс

в одно время, что вынуждает разрабатывать дополнительные коды для обеспечения этой возможности. К сожалению, языки 4GL, укомплектованные инструментальными средствами GUI, не предназначены для разработки сложного кода.

Поскольку клиентское приложение становится более сложным, размер приложения возрастает. В связи с этим клиентская аппаратная платформа должна также наращиваться в терминах мощности и памяти. Кроме того, так как число пользователей, обращающихся к базе данных, увеличивается, аппаратная платформа сервера должна также наращиваться в смысле пропускной способности. При этом, как и в случае одноуровневого подхода, решение проблем масштабируемости для двухуровневого клиент-серверного приложения состоит в приобретении более мощных компьютеров, причём и на клиентской стороне, и на стороне сервера.

Так как инструментальные средства GUI достаточно просты в использовании, менее опытные программисты могут легко стать опытными разработчиками. При этом естественно, что даже высококвалифицированные программисты становятся менее «аккуратными» в смысле использования традиционных дисциплин программирования. Многие из приложений клиент-сервер разработаны при отсутствии полностью завершённого предварительного проекта или спецификации. В результате каждый индивидуальный инженер или аналитик разрабатывает свою собственную бизнес-логику и стратегию доступа к данным для каждого приложения, даже если эти же самые функции необходимы в ряде различных приложений. При этом очень немного кода совместно используется несколькими приложениями. И так как многие из разработчиков часто не имеют обширного опыта в области баз данных, выбираемые ими стратегии доступа к данным далеко не всегда являются наиболее эффективными.

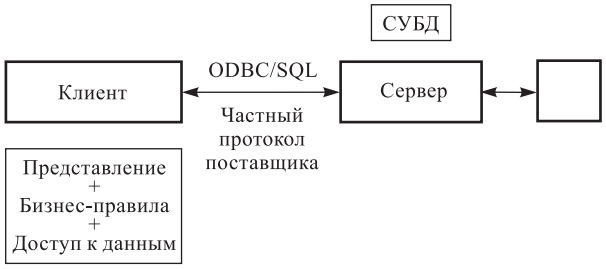


Рис. 10.1. Классическая модель клиент-сервер

Более важно то, что настольные системы — это наименее управляемая аппаратная платформа внутри вычислительной среды. Зависание системы и общие отказы защиты — довольно распространённые случаи. Индивидуальные пользователи имеют возможность непосредственно реконфигурировать свои собственные системы, что может оказывать разрушительное воздействие на другие приложения, которые выполняются на рабочей станции. В связи с этим многие компании всё ещё отказываются перемещать свои критичные промышленные прикладные системы на PC и в архитектуру клиент-сервер.

Альтернатива «толстому» клиенту — «толстый» сервер. В этой модели 4GL используется, чтобы создать бизнес-правила и правила доступа к данным. Правила доступа к данным вместе с бизнес-правилами существуют как единый серверный модуль на компьютере средней мощности. Данные также обычно размещаются на компьютере средней мощности в реляционной базе данных. Часто эта база данных специально разработана для доступа к ней из 4GL и к ней нельзя обращаться другими средствами. В этой модели правила представления обычно генерируются некоторой программой (сервером приложения) на платформе сервера. Эти правила представления затем выполняются на настольных аппаратных средствах.

Эта модель элиминирует некоторые из проблем, связанных с моделью «толстого» клиента. Поскольку правила представления становятся изолированными, возникает меньше проблем сопровождения. Когда правила представления изменяются, а бизнес-правила и правила доступа к данным остаются теми же, нет необходимости перестраивать всё приложение. Аналогично, когда происходит изменение только бизнес-логики или правил доступа к данным, нет никакой потребности переустанавливать приложение каждому пользователю. Однако бизнес-логика и правила доступа к данным остаются связанными. Следовательно, изменения в одном из них требуют новой инсталляции серверного модуля. Нерешённой остаётся и проблема использования 4GL для кодирования запутанных бизнес-правил. Кроме того, критический параметр мощности, описанный выше для одноуровневых приложений, присутствует и в этой модели, хоть и в меньшей степени. Хотя часть обработки постоянно находится на рабочем столе, ядро размещается на централизованном фрагменте аппаратных ресурсов сервера. Это означает, что требуется одна единственная машина, чтобы обрабатывать действия, производимые всеми пользователями, — и в смысле CPU, и в смысле операций ввода-вывода.

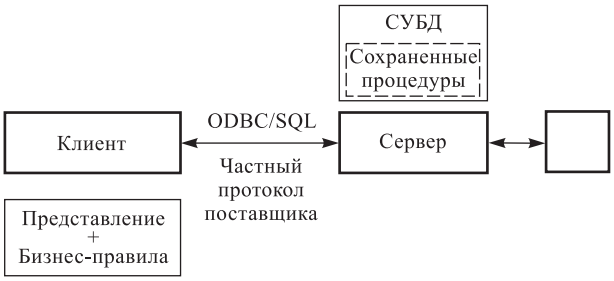


Рис. 10.2. Расширенная модель клиент-сервер

Один из методов, который компании часто использовали, чтобы решить некоторые проблемы масштабируемости, управления и надёжности клиент-сервера, состоит в том, чтобы использовать сохранённые процедуры базы данных. При использовании сохранённых процедур вы отделяете логику доступа к данным от остальной части приложения. Сохранённые процедуры могут более легко управляться, изменяться и многократно использоваться. Сохранённые процедуры — это прекомпилированные SQL-функции, которые выполняются внутри процесса системы управления базой данных. Они значительно уменьшают непроизводительные затраты системы, связанные с обработкой.

Впрочем, имеются некоторые проблемы, связанные с использованием сохранённых процедур. Сохранённые процедуры написаны на специфических для конкретной базы данных частных языках, которые не переносимы на другие системы управления базами данных. Чтобы использовать расширенные возможности СУБД, вы вынуждены использовать частные расширения базы данных, которые однозначно блокируют вас в выбранной СУБД.

Тем не менее, даже с использованием сохранённых процедур двухуровневая архитектура клиент-сервер будет не в состоянии удовлетворить многим из основных архитектурных целей. Двухуровневый клиент-сервер работает действительно эффективно, только когда все данные сохранены в единой среде реляционной базы данных. К сожалению, приблизительно только 30% общих данных в настоящее время поддерживается в реляционных базах данных. Большинство данных всё ещё размещается в файловых системах, иерархических базах данных или других файловых структурах. Унаследованные приложения продолжат существовать в течение многих лет. Миллионы долларов, составляющие капиталовложения в эти системы, не могут быть просто потеряны. Однако до сих пор отсутствуют мощные инструментальные средства для разработки GUI для обращения к информации,

поддерживаемой в этих системах, и интеграции с бизнес-логикой внутри этих систем. Инструментальные средства для разработки GUI зависят от SQL-ориентированного коммуникационного протокола поставщика базы данных. Чтобы достигнуть способности к взаимодействию с существующими средами, необходимо вручную создать и поддерживать «point-to-point» соединения между этими системами. Клиентские приложения становятся всё более и более сложными и трудными в поддержке.

Двухуровневое приложение клиент-сервер — это архитектура, ориентированная на конкретный продукт. Возможности двухуровневых приложений полностью зависят от возможностей инструмента GUI и используемой базы данных. Аппаратная замкнутость сменяется замкнутостью программного обеспечения. Двухуровневая архитектура обеспечивает мощную среду быстрой разработки приложений (Rapid Applications Development — RAD), но ценой масштабируемости, защиты и управления.

Несомненно, двухуровневая архитектура является лучшим решением в целом ряде задач, но в остальном наиболее перспективной и универсальной является трёхуровневая архитектура.

ТРЁХУРОВНЕВЫЕ (THREE-TIERED) ПРИЛОЖЕНИЯ

Существует способ получать выгоды от технологии клиент-сервер, элиминируя её недостатки и используя достоинства. Трёхуровневая архитектура клиент-сервер обеспечивает среду, которая поддерживает все преимущества и одноуровневого подхода, и двухуровневого подхода, а также поддерживает цели гибкой архитектуры.

Три уровня соответствуют трём логическим элементам, образующим систему приложения, а не числу машин, используемых приложением. Трёхуровневая модель приложения разбивает приложение на три логических типа компонентов: логику представления, бизнес-логику и логику доступа к данным, при этом может существовать любое количество компонентов каждого типа внутри приложения. Компоненты приложения могут разделяться любым числом прикладных систем. Каждый компонент приложения разрабатывается с использованием оптимального для его структуры инструмента. Компоненты приложения физически могут размещаться на одной или более материальных системах. Компоненты приложения взаимодействуют друг с другом на основе абстрактного интерфейса, который скрывает основную функцию, выполняемую компонентом. Распределённая вычислительная инфраструктура обеспечивает размещение, защиту и услуги связи для компонентов приложения.

Многократное использование объектов в других приложениях

Преимущества трёхуровневой среды проявляются вне срока службы индивидуального приложения. То, что при этом разрабатывается, фактически не является приложением: это — коллекция клиентских и серверных модулей, которые связываются через стандартизированный абстрактный интерфейс и вместе ведут себя подобно интегрированной прикладной системе. Каждый модуль реализует разделяемый, пригодный для повторного использования объект, который может быть включён в другие прикладные системы. Эта гибкость в смысле «plug-and-play» полезна, когда отделения информационных технологий должны поддерживать различные, но связанные части бизнеса.

Например, стратегическое приложение внутри отдела сбыта должно позволять просматривать инвентарную информацию и иметь интерфейс с системой ввода ордеров. Следовательно, приложение отдела сбыта могло бы включать бизнес-объекты и объекты доступа к данным этих подсистем. Эти объекты могли бы также многократно использоваться в приложении стратегического планирования для отдела производства.

Абстрактный интерфейс

Объектно-ориентированные концепции инкапсуляции и абстракции являются фундаментальными для трёхуровневой архитектуры и гибких приложений. Каждый компонент приложения может рассматриваться как «чёрный ящик» — структура данных с набором действий или методов, которые могут использоваться, чтобы манипулировать данными. Данные внутри объекта могут управляться извне только через использование одного из определённых действий. Эти действия вызываются через абстрактный интерфейс. Абстрактный интерфейс идентифицирует операцию, которую нужно выполнить, и определяет входные и выходные параметры, которые требуются при этом.

Абстрактный интерфейс маскирует фактическую логику приложения, выполняемую внутри объекта приложения. Благодаря этому изменения логики приложения внутри некоторого объекта не требуют изменения других объектов приложения, связанных с данным посредством интерфейса. До тех пор, пока действие, входные и выходные параметры не изменяются, никакие изменения в любом другом компоненте не требуются.

Более простое сопровождение системы

Наиболее очевидное преимущество трёхуровневой архитектуры — лёгкость сопровождения. Поскольку функции приложения изолированы внутри объектов приложения, логика приложения может изменяться достаточно легко. Например, одна функция, которая выполняется финансовым приложением, должна проектировать размер налогов. Алгоритмы этой процедуры периодически изменяются в соответствии с налоговым кодексом. Обычно изменение правил расчёта требует значительных изменений во всём финансовом приложении. Изолировав эти бизнес-правила в автономный бизнес-объект, вы можете изменять алгоритмы в соответствии с изменением правил, не воздействуя при этом на остальную часть приложения.

Более эффективное использование данных и сетей

Более тонкое преимущество трёхуровневой архитектуры следует из факта, что логика приложения больше не привязана непосредственно к структурам базы данных или специфической СУБД. Объекты приложения работают с их собственными инкапсулированными структурами данных, которые могут соответствовать структуре базы данных или могут быть структурами данных, полученными из ряда различных источников данных. Объекты доступа к данным — единственные компоненты приложения, которые работают непосредственно с базами данных. Очевидно, база данных может быть полностью перенесена из одной СУБД в другую без воздействия на всё приложение, при этом должна измениться только логика доступа к данным. Эта автономия обеспечивает отделы информационных технологий способностью лучше реагировать на изменения в бизнесе или технологические изменения.

Абстрагирование логики доступа к данным даёт другое значительное преимущество. Концепция данных может быть расширена, чтобы поддерживать последовательные файлы, индексированные файлы, нереляционные базы данных, системы автоматизированного ввода данных и даже унаследованные прикладные системы. При этом не существует никаких ограничений, связанных с возможностями SQL. Может быть разработан набор модулей доступа к данным, чтобы обеспечить доступ к этим унаследованным средам, с необходимым набором абстрактных интерфейсов, которые доступны из любой другой подсистемы предприятия. Абстрактная модель также оказывается ценной для осуществления миграции структур данных из унаследованных систем в реляционные системы. В трёхуровневом мире модуль доступа к данным, который обращается к данным унаследован-

ной системы, впоследствии может быть заменён модулем доступа к реляционным данным, без нарушения логики работы всей системы.

Более высокая производительность разработчиков благодаря специализации

При двухуровневых методологиях каждый программист должен разрабатывать все аспекты приложения, включая представление, бизнес-логику и логику доступа к данным. Этот подход не учитывает того факта, что большинство программистов более производительны при решении специализированных задач.

В трёхуровневой среде программисты, которые являются специалистами в пользовательском интерфейсе, могут сосредоточить свои усилия на разработке компонентов представления и не должны заботиться о внутренней бизнес-логике приложений или механизмах обращения к данным. В то же время аналитики базы данных, которые знают самые лучшие способы доступа к данным из базы данных, не должны иметь отношения к представлению этих данных для конечного пользователя. Бизнес-аналитики могут сосредоточиться на разработке бизнес-процессов и алгоритмов. Когда бизнес-компонент обращается к данным, он вызывает соответствующий интерфейс, чтобы вызвать компонент доступа к данным.

На первый взгляд, трёхуровневый подход очень схож с подходом структурного программирования, характеризующимся множеством вызываемых подпрограмм. Различие состоит в том, что в трёхуровневом мире различные компоненты приложения могут быть написаны с использованием различных языков и сред программирования. Следовательно, компонент уровня представления может быть сформирован с использованием мощного инструмента для разработки GUI, в то время как бизнес-логика может быть написана на бизнес-языке типа COBOL, а компоненты доступа к данным могут быть написаны на 4GL или на C со встроенным SQL. Фактически, в отдельном приложении бизнес-правила могли бы быть написаны на комбинации языков типа COBOL, C, C++ или другого 4GL.

Распределённая вычислительная инфраструктура

Реализация трёхуровневой архитектуры — важный шаг на пути к распределённой вычислительной инфраструктуре. Распределённая вычислительная инфраструктура обеспечивает услуги, которые позволяют компонентам приложения распределяться

между любым числом физических систем, что часто называется декомпозицией.

Распределение компонентов приложения между различными системами представляет новый спектр технологических проблем:

— Где должен исполняться сервер?
— Сколько копий сервера должно исполняться?
— Как клиент узнает, где исполняется сервер?
— Как клиент узнает о существовании нового сервера?
— Как передаются запросы между клиентом и сервером?
— Как вы управляете защитой в распределённой среде?

В двухуровневой среде взаимодействие осуществляется через коммуникационную среду СУБД. Разработчик должен определить расположение системы управления базой данных внутри приложения, после чего клиентское приложение и/или СУБД выполняют необходимые операции по защите. В трёхуровневой среде связь выполняется через абстрактный интерфейс. Абстрактный интерфейс не указывает фактического расположения запрошенного серверного объекта. Прикладной программист не должен непосредственно адресовать эти операции. Расположение сервера, проверка защиты и связь должны быть обработаны распределённой вычислительной инфраструктурой динамически во время выполнения.

Динамическая распределённая вычислительная инфраструктура позволяет реконфигурировать распределённую среду приложения, чтобы разместить дополнительных пользователей, увеличить рабочие нагрузки или обработать непредвиденные аппаратные отказы по мере того, как они случаются, без потери обслуживания. Физическая декомпозиция прикладных систем наиболее эффективна и означает поддержку масштабируемости, надёжности и доступности. Когда к системе добавляются дополнительные пользователи, когда использование CPU превышает допустимые уровни или соединения с базой данных переполняют память, серверные модули могут быть перемещены на другие компьютеры или продублированы на нескольких машинах. Физическая декомпозиция максимизирует использование аппаратного обеспечения до тех пор, пока частично неактивные машины могут быть включены в механизм балансировки загрузки. Полная загрузка системы может быть распределена равномерно между несколькими различными машинами. Так как каждый компонент приложения может копироваться независимо, практически любая серверная машина может использоваться, чтобы выполнить некоторую часть приложения для некоторого набора пользователей.

Распределение и дублирование сервисов не только устраняет критические параметры для обработки. Они также обеспечивают механизм для отказоустойчивости и увеличения доступности системы. Дублирование услуг понижает вероятность отказа во столько раз, сколько копий услуг доступно для использования. Если специфический процесс сталкивается с некоторой проблемой, другая копия может обрабатывать последующие сервисные запросы. Если машина сервера неожиданно выключается или весь сетевой сегмент становится недоступным, запросы могут быть направлены к точным копиям приложения на других системах.

Очевидно, что распределённая вычислительная инфраструктура, которая обеспечивает выделение разделов приложения, прозрачность, защиту, масштабируемость, надёжность, доступность и управляемость, — это важная основа для разработки и развёртывания критических трёхуровневых приложений клиент-сервер. При этом распределённой вычислительной инфраструктурой должны быть обеспечены три главных сервиса:

- *Directory Service* (Служба каталогов). Служба каталогов поддерживает динамический список всех услуг приложения для всего предприятия. Всякий раз, когда клиент делает запрос, Служба каталогов идентифицирует серверное приложение, которое может обработать этот запрос, и сообщает клиенту, как связаться с выделенной службой.
- *Security Service* (Служба безопасности). Служба безопасности поддерживает списки всех пользователей на предприятии и следит, какие из операций каждому пользователю или группе пользователей разрешается выполнять. Служба безопасности обеспечивает единое обслуживание входа в систему для всех подсистем на предприятии. Если только пользователь опознан службой безопасности, он опознан во всех системах.
- *Application Management Service* (Служба управления приложением). Служба управления приложением поддерживает динамическую конфигурацию сервисов приложения. Она отвечает за старт соответствующих служб на соответствующих компьютерах и текущий контроль серверных приложений, чтобы гарантировать, что они доступны и выполняются в рамках обязательных параметров. Если возникли проблемы с каким-либо серверным приложением, служба управления приложением должна перезапустить это приложение или выполнить другое соответствующее действие согласно конфигурации. По мере увеличения или

уменьшения загрузки, служба управления приложением может стартовать или останавливать точные копии сервисов на различных узлах предприятия.

IDL: автоматизация кодирования инфраструктуры

Создание трёхуровневого распределённого динамического приложения есть нечто большее, чем просто написание некоторой логики приложения. Необходимо написать огромное количество кода, чтобы создать абстрактный интерфейс и интегрировать приложение с распределённой вычислительной инфраструктурой. Каждый сервер приложения должен быть зарегистрирован в службе каталогов. Каждый компонент приложения должен быть способен создавать и интерпретировать сообщения от других компонентов приложения. Каждый компонент приложения должен также быть способен связаться с помощью интерфейса со службой безопасности. Кодирование инфраструктуры по существу более трудоёмко, чем написание приложения непосредственно, однако одно из наших основных требований для трёхуровневой архитектуры — способность быстро разрабатывать и развёртывать приложения. Так как перспективы создания и обеспечения этой инфраструктуры, кажется, перевешивают потенциальные её выгоды, архитектура будущего также требует, чтобы разработчики приложения были ограждены от скрытой инфраструктуры.

Связь между модулями прикладных программ является самым большим барьером. Разработчики приложения не хотят кодировать и поддерживать обеспечение сетевых и коммуникационных процессов. Следовательно, трёхуровневая архитектура требует использования автоматизированного инструмента для порождения абстрактных интерфейсов. Для определения интерфейса, функций и параметров, требуемых для каждой функции, используется язык определения интерфейсов (IDL). IDL обрабатывается IDL-компилятором для автоматического генерирования кода или заглушек связи (communication stubs), которые составляют абстрактный интерфейс. Заглушки связи компилируются с логикой приложения и обслуживают всю сеть и коммуникации. Разработчики приложения, следовательно, освобождаются от необходимости написания любого коммуникационного кода.

Поддержка промышленных стандартов

Любая перспективная архитектура должна быть основана на принятых промышленных стандартах и учитывать стандарты, находящиеся на стадии становления. Промышленные стандарты

должны защитить разработчиков приложений от замкнутости в рамках одного поставщика. Стандарты помогают достичь независимости от среды.

Стандарты, которые должны рассматриваться при разработке новой архитектуры, включают связь с открытыми системами, системами транзакций и распределёнными системами. Некоторые из наиболее полезных стандартов, которые должны приниматься во внимание, — так называемые стандарты *де-факто*, стандарты, которые используются повсеместно. Стандарты являются особенно критическими, если они включают способность к взаимодействию или интеграции продуктов от разных разработчиков. Возможно, наиболее универсальный из стандартов дефакто — коммуникационный протокол TCP/IP. Стандарт SQL обеспечивает общий интерфейс к системам баз данных различных производителей. Очень привлекательно использовать частные расширения, предлагаемые каждым из производителей базы данных, но это приводит к замкнутости в рамках выбранной базы данных. Стандарт X/Open Distributed Transaction Processing (DTP) определелеяет стандартный интерфейс установления границ транзакции (tx), интерфейс управления ресурсами (xa) и коммуникационный протокол транзакций (txrpc или xatmi), обеспечивая стандартный механизм для управления транзакциями на системах баз данных от различных разработчиков. OMG предполагает определить стандартный набор сервисов транзакций для распределённых объектов.

Вероятно, наиболее критический набор стандартов, которые должны рассматриваться, касается распределённой вычислительной инфраструктуры. Абсолютно необходимо, чтобы распределённые вычислительные сервисы, обеспечиваемые трёхуровневой архитектурой клиент-сервер, были доступны из всех систем на предприятии.

В настоящее время уже существует ряд перспективных решений в этой области: OSF Distributed Computing Environment (DCE), OMG CORBA, Microsoft/Digital OLE/COM, CIL OpenDoc, Enterprise JavaBeans (EJB).

Эти стандарты продолжают развиваться, и они должны, вероятно, породить новые мощные технологии. Эффективная трёхуровневая архитектура должна допускать включение этих технологий, а также новых по мере их появления.

10.3. Резюме

Трёхуровневая архитектура клиент-сервер обеспечивает гибкую, открытую, независимую от среды архитектуру. Она поддерживает plug-and-play-интеграцию компонентов приложения, что обеспечивает доступ к информации масштаба предприятия, независимо от расположения или структуры данных. Она даёт возможность интеграции унаследованных сред с новыми средами. Всё это сохраняет существующие вклады в аппаратные средства, приложения и навыки персонала.

Выбор адекватного инструментального средства обеспечивает 50 % успеха при разработке трёхуровневой архитектуры клиент-сервер. Такой инструментарий обеспечивает RAD-среду для помощи в разработке компонентов приложения, автоматически генерирует абстрактные интерфейсы на языках, которыми пользуются разработчики, автоматизирует интеграцию компонентов приложения с распределённой вычислительной инфраструктурой, избавляет разработчиков от ограничений любой частной программы или технологии, а также обеспечивает миграцию для включения новых технологий по мере их появления.

В табл. 10.1 представлены параметры, демонстрирующие развитие архитектур приложений с точки зрения *автоматизации* деятельности человека. В этом аспекте ЭВМ рассматривается как инструмент, призванный помочь при выполнении трудоёмких операций. Изначально под этим понимались задачи, связанные с большим объёмом вычислений. Создаваемые технологии были ориентированы на алгоритмизацию и процедурную логику. Следовательно, первичной функцией компьютера была *вычислительная*. Однако постепенно акцент смещался в сторону проблем, связанных с хранением и представлением информации. Получают развитие концепции, связанные со структурами данных. Более актуальной становится *информационная* функция компьютерных систем.

Другой стороной медали является диалектика *централизации* и *распределения*. Вообще говоря, эта проблема касается двух аспектов: централизации (распределения) данных и централизации (распределения) вычислений. Тенденция отказа от централизации, прослеживающаяся в таблице, в большей степени касается обработки информации, то есть вычислительной функции компьютерных систем. Собственно, именно этот аспект соответствует разрезу технологий автоматизации. Что касается централизации (распределения) данных, то по этому поводу существует несколько точек зрения, которые будут рассмотрены

в следующем разделе, как более релевантные вопросам информационных технологий.

В таблице отмечено, что технологии, соответствующие распределённой N-уровневой модели вычислений, находятся на этапе становления. Следовательно, это направление сейчас наиболее перспективно с точки зрения новаторских научно значимых решений, поэтому оно может быть рекомендовано в качестве определяющего для разработки современных медицинских информационных систем.

Таблица 10.1

Эволюция развития вычислительных средств

Десятилетие	Архитектура приложения	Основа	Технология	Обработка информации
50-е годы	Одноуровневая (мэйнфрейм)	Электронная вычислительная машина	Языки программирования	Централизованная
60-е годы		Машина для коммерческих расчётов	Операционные системы	
70-е годы		Корпоративная БД	БД, мэйнфреймы, терминалы и сети	
80-е годы	Одноуровневая и двухуровневая (файл-сервер)	Программная инженерия Персональная обработка знаний	Методологии проектирования, CASE-технологии ПК, графические интерфейсы	Централизованная Персональная
90-е годы (начало)	Двухуровневая (клиент-сервер, классический и расширенный)	Клиент/сервер	Серверы БД, ЛВС	Распределённая двухуровневая обработка
90-е годы (конец) — ...	Трёхуровневая (компонентная)	Распределённая объектная модель	Находится на этапе становления	Распределённая N-уровневая обработка

Глава 11

ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ МИС

В настоящей главе подробно рассматриваются различные методы архитектурной интеграции современной МИС.

Выше уже достаточно много говорилось об интеграции. Однако там речь, скорее, шла об интеграции как о способе организации информации, то есть содержимого информационной системы. Такая интеграция условно может быть названа *содержательной интеграцией*. В этой главе речь пойдёт об *архитектурной интеграции*, то есть об интеграции как о способе организации самой информационной системы. Организационная интеграция обеспечивает методы и механизмы организации различных компонентов системы в единое целое.

Как уже отмечалось ранее, от степени интеграции подсистем в рамках единой системы напрямую зависит функциональность этой системы в целом, причём это утверждение может быть отнесено не только к медицинским информационным системам, но и к любым комплексным системам вообще. В доказательство можно привести обобщённую схему эволюции информационных технологий, предложенную в [Bourke, 1994] (см. рис. 11.1).

Данная схема представляет только теоретическую оценку зависимости функциональности от интеграции. Однако такой качественный анализ развития информационных технологий помогает выявить следующую закономерность: в качестве движущей силы прогресса информационных технологий выступает комбинация технологических инноваций и действий, основанных на промышленных стандартах, причём на каждом этапе фаза инноваций предшествует фазе стандартизации. В фазе технологических инноваций возникает новая технология, а значит, и новый тип продукции, которые будут превалировать на следующем этапе развития вычислительных систем. В фазе стандартизации определяется, каким образом новый вид продукции будет совмещён с существующей продукцией, то есть каким именно обра-

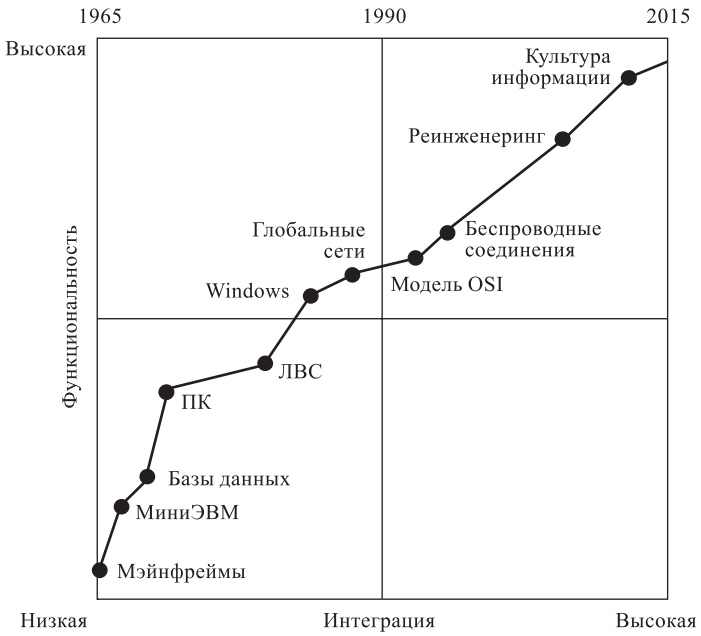


Рис. 11.1. Зависимость функциональности системы от степени интеграции подсистем

зом будет осуществляться интеграция. При этом промышленные стандарты играют роль «клея», с помощью которого компоненты системы объединяются в единое целое.

Что качается информационных систем, то применительно к ним понятие интеграции имеет несколько аспектов:

- Интеграция внутренних компонентов, приспособленных для совместной работы, — *компонентная интеграция*.
- Интеграция различных функциональных возможностей системы (различных функциональных подсистем) в единую среду — *функциональная интеграция*.
- Интеграция с внешним программным обеспечением за счёт экспорта/импорта данных, предоставления специализированных API — *системная интеграция*.
- Интеграция в смысле комплексности подхода к проектированию, разработке и сопровождению продукта — *технологическая интеграция*.

Рассмотрим подробнее каждый из этих аспектов.

11.1. Компонентная интеграция

Как отмечалось ранее, одним из основных требований к современной медицинской информационной системе является компонентная архитектура (явная декомпозиция системы на компоненты), которая позволяет легко наращивать и модифицировать функциональность системы. Декомпозиция системы на компоненты на этапе проектирования и разработки при таком способе интеграции не должна осуществляться исключительно по функциональному принципу. В соответствие с современным взглядом на архитектуру программного обеспечения, приложение разбивается на компоненты трёх уровней логической модели: компоненты уровня представления, компоненты бизнес-логики и компоненты доступа к данным. Однако недостаточно просто разработать компоненты системы, необходимо обеспечить тесную интеграцию между ними. С технической точки зрения существует по крайней мере четыре способа обеспечения интеграции внутри информационной системы:

1. *Интеграция на уровне представления информации* гарантирует однородность пользовательского интерфейса и уменьшение когнитивной сложности системы с точки зрения пользователя. При таком способе интеграции компоненты системы взаимодействуют на уровне стандартизированного пользовательского интерфейса, причём стандарты должны быть независимы от операционной системы и средств разработки.
2. *Интеграция на уровне бизнес-логики, или коммуникационная интеграция*, осуществляется на основе определения синтаксиса и семантики обмена сообщениями между программными компонентами.
3. *Интеграция на уровне данных* обеспечивает разделение информации и ассоциированных с ней документов. Способ обеспечения такой интеграции: создание метамодели — модели всех используемых моделей — и глобального словаря данных — описания всех используемых объектов. При этом используемая метамодель как раз и выполняет функцию стандартизации взаимодействия компонентов.
4. *Интеграция на уровне управления* должна выполнять координацию поведения различных компонентов (последовательная или параллельная обработка, автоматически инициируемые триггеры или процедуры, оптимизация стратегий и так далее).

Таким образом, можно сказать, что *компонентная интеграция — это интеграция на уровне инфраструктуры информационной системы*.

11.2. Функциональная интеграция

Функциональное деление информационной системы на подсистемы должно осуществляться в соответствии с основными прикладными задачами лечебно-диагностического процесса, например:

— задачи административно-хозяйственного характера;
— задачи поддержки лабораторных и диагностических исследований;
— задачи поддержки лечебно-диагностических мероприятий в стационаре;
— задачи поддержки лечебно-диагностических мероприятий в поликлинике (амбулаторно).

Подсистемы, реализующие эти задачи, не должны быть независимыми. Они должны быть включены в единую интегрированную информационную среду, унифицирующую доступ к информации с точки зрения пользователя и позволяющую каким-то образом разделять информацию с точки зрения разработчика. При этом различные функции системы могут быть логически взаимосвязаны и результат выполнения одних из них может влиять на выполнение других (например, может задаваться логическая последовательность операций или могут определяться значения критических параметров).

Рис. 11.2 демонстрирует вариант функциональной интеграции внутри МИС. Из рисунка видно, что *функциональная интеграция реализуется на уровне структуры информационной системы*.

11.3. Системная интеграция

Системная интеграция должна обеспечивать взаимодействие и обмен информацией между различными по своей природе системами. Необходимость взаимодействия (интеграции) гетерогенных информационных систем возникает при совместном использовании ими общего ресурса, в качестве которого чаще всего выступает информация. При этом системы могут быть независимы друг от друга (автономны) либо находиться друг с другом в некотором отношении. Пример автономных систем — МИС стационара и МИС поликлиники. Таким системам необхо-

Рис. 11.2. Функциональная интеграция в рамках МИС

дим общий доступ к медицинской информации об одних и тех же пациентах, но связь на уровне бизнес-процессов между ними может отсутствовать.

Пример взаимозависимых систем — госпитальная информационная система и PACS-система. Для того чтобы сохранить в архиве визуальную информацию с результатами какого-либо диагностического исследования, PACS-система должна каким-то образом идентифицировать это исследование и пациента, для которого оно проводится. Демографическая информация о каждом пациенте, так же как спецификации типов диагностических исследований, уже имеются в базе данных МИС, и дублирование их в базе данных PACS может привести, во-первых, к избыточности информации, а во-вторых, к необходимости контролировать непротиворечивость информации во всех зависимых подсистемах для МИС. Так, если демографическая информация пациента меняется (например, меняется фамилия), МИС должна была бы сообщить об изменениях PACS, иначе идентификация данного пациента в PACS становится невозможной. Следовательно, было бы более разумно устанавливать соответствия (ссылки) между информацией в базах данных этих двух систем, чтобы обеспечивать динамическое представление информации.

Единственным методом обеспечения интеграции между разнородными системами, особенно в том случае, когда эти системы

создаются различными разработчиками, является использование промышленных стандартов по обмену информацией, основанных на единой модели данных, поддерживаемой каждой из гетерогенных систем. В отличие от сетевых стандартов, которые выступают в качестве физического клея, стандарты по обмену данными основаны на модели данных, которая выступает в качестве логического клея и требует синхронизации нескольких баз данных. Такая синхронизация осуществляется посредством *электронного обмена данными* (EDI — Electronic Data Interchange). Стандарты для электронного обмена данными специализированы для каждой индустрии и обычно поддерживают складские операции, электронные платежи, разделяемые спецификации на продукцию и другие специфические для предметной области функции. В области здравоохранения существует несколько признанных в мире стандартов EDI, причём некоторые из них завершены, а некоторые находятся в стадии разработки:

- HL7 — для обмена ADT-данными, ордерами и результатами;
- MEDIX (IEEE P1157) — для всех госпитальных данных;
- ASTM E31.1 — для составления отчётов по лабораторным данным;
- ACR-NEMA (DICOM) — для обмена изображениями и радиологической информацией;
- MIB (Medical Information Bus — IEEE P1073) — для обмена физиологическими данными, поступающими от устройств мониторинга.

HL7 и MEDIX имеют дело с традиционными для госпитальных информационных систем структурами данных: приём, выписка и перевод пациентов, загрузка ресурсов, ордера и тому подобное. MEDIX создан благодаря усилиям OSI с перспективой стать международным стандартом. HL7 создан исключительно благодаря усилиям разработчиков США, поэтому является более специализированным. В смысле объёма охватываемых данных, HL7 является подмножеством MEDIX, и в настоящий момент ведутся работы по объединению этих стандартов.

Другие стандарты предназначены для обмена специализированными медицинскими данными. Наибольшее внимание из них в силу своего широкого распространения заслуживает стандарт электронного обмена медицинскими изображениями DICOM. Этот стандарт обеспечивает передачу медицинских изображений, получаемых с помощью различных методов лучевой диагностики (рентгенография, ультразвуковая диагностика, эндоскопия, компьютерная магниторезонансная томография и др. — всего 29 ме-

тодов) [Емелин, 1996б]. Подробнее о доминирующих стандартах рассказано в главе, посвящённой стандартизации.

Поскольку стандарты для электронного обмена данными основаны на обеспечении общей модели данных для различных систем, реализуя тем самым логику представления информации, можно сказать, *что системная интеграция реализуется на логическом уровне*.

11.4. Технологическая интеграция

Понятие технологической интеграции относится в большей степени к процессу разработки информационной системы, нежели к её функционированию, и может быть определено как обеспечение полноты и совместимости различных технологий и средств разработки, применяемых на всех этапах жизненного цикла системы.

Современная индустрия программного обеспечения предлагает огромный выбор специализированных и универсальных продуктов для поддержки каждого из этих этапов. Перед разработчиком медицинской информационной системы в процессе проектирования постоянно встают задачи выбора из этих продуктов наиболее адекватных решаемым в каждый момент задачам. Но, поскольку количество одновременно охватываемых проблем при разработке МИС достаточно велико, главная трудность для разработчика заключается в сложности инкапсулирования нескольких технологий в рамках одного продукта: наиболее адекватные решаемым задачам технологии не всегда оказываются совместимы друг с другом. Чтобы обеспечить тесную интеграцию различных технологий, в процессе проектирования и разработки МИС должны соблюдаться следующие требования:

- Следование стандартам на организацию проектирования и разработки информационных систем. Поэтапное планирование и формализация.
- Выбор наиболее адекватных медицинских и программных стандартов как базиса технологической интеграции.
- Выбор технологий и продуктов, во-первых, наиболее пригодных для решения возникающих на каждом этапе разработки проблем, а во-вторых, обеспечивающих поддержку выбранных на втором этапе промышленных стандартов.
- Разработка стратегии и тактики применения выбранных технологий и продуктов и обеспечения их интеграции на основе поддерживаемых промышленных стандартов.

Если попытаться рассмотреть проблемы технологической интеграции более обобщённо, то можно утверждать, что каждая технология является только реализацией некоторых идей или концепций. Тогда технологическая интеграция — это способ обеспечения сосуществования гетерогенных концепций в рамках единой системы. Следовательно, *технологическая интеграция реализуется на концептуальном уровне информационной системы*.

В тексте данной главы явно прослеживается тенденция повышения уровня абстракции в понимании термина «интеграция» (см. рис. 11.3). Для того чтобы разрабатываемая медицинская информационная система была действительно архитектурно интегрированной, при её разработке необходимо сочетать все описанные выше способы интеграции. В этих условиях задачей первостепенной важности становится наличие рациональной стратегии разработки МИС. Только такая стратегия может обеспечить системный подход к проектированию и созданию МИС и гарантировать, что ни один из критичных аспектов не был упущен.

Рис. 11.3. Различные уровни абстракции в понимании термина «интеграция»

Глава 12
СТРАТЕГИИ РАЗРАБОТКИ МИС

Данная глава, ориентированная в первую очередь на профессионалов, содержит описание способов, моделей и технологий разработки комплексных информационных систем, к разряду которых относятся и МИС. Основной упор сделан на организацию и проектирование подсистемы хранения данных.

12.1. Проблемы и ошибки применения компьютерных технологий

Отсутствие стратегического и тактического планирования на этапе разработки медицинской информационной системы обычно приводит к возникновению следующих проблемных ситуаций:

- несовместимость интерфейсов некоторых систем;
- отсутствие интегрированного доступа к медицинской, административной или справочной информации;
- неадекватность системы требованиям конечного пользователя;
- отсутствие ожидаемой производительности;
- отсутствие необходимой поддержки стандартов;
- недостаточность или исчерпание системных ресурсов;
- несоответствие между применяемыми информационными технологиями и стратегией медицинской организации.

Большинство таких ситуаций возникает не из-за технологических ошибок, а из-за недостатков в управлении. Более того, проблема заключается в *отсутствии или неадекватности методологии использования и управления существующими технологиями* [Bourke, 1994]. Большинство неудач при разработке проектов информационных систем вызвано не технологическими провалами, а методологическими и организационными ошибками, среди которых можно выделить следующие:

- неверная расстановка приоритетов в организации работы;

— выбор стандартов и технологий, не адекватных поставленным задачам;
— неумение добиться консенсуса и согласованного видения проблем;
— несоблюдение организационных и технических предписаний;
— отсутствие обеспечения технического персонала соответствующими инструментариями, навыками и полномочиями;
— отсутствие чётко поставленных целей, методов оценки эффективности и политики контроля и учёта;
— неверная организация доступа и секретности информации.

Для успешной реализации информационной системы необходимо придерживаться принятых стандартов и моделей поддержки жизненного цикла программного обеспечения.

12.2. Модели и методы организации разработки программного обеспечения

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ: МОДЕЛЬ ВОДОПАДА

Модель водопада, возникшая в 1960 году (и с тех пор постоянно развивающаяся), — наиболее известная в мире модель организации проектных работ. Она делит процесс разработки программного обеспечения на 6 взаимозависимых фаз (см. рис. 12.1).

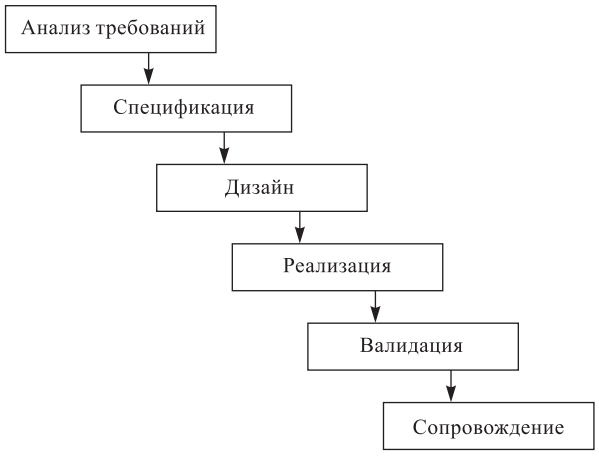


Рис. 12.1. Модель водопада

1. *Анализ требований* определяет *цели* разрабатываемой системы и специфицирует требования будущих пользователей. Образно говоря, этот этап должен сформулировать ответ на вопрос: «ПОЧЕМУ нужна система?».
2. Фаза *спецификации* определяет *требования пользователей в терминах функциональности* компьютерной системы так, как эта функциональность будет выглядеть *извне*. Вопрос, на который необходимо ответить: «ЧТО такое система?».
3. Фаза *дизайна* обеспечивает *точную модель системы* и *детализированное описание её реализации* («КАК строить систему?»). Эта фаза часто делится на два шага: *архитектурный дизайн* и *детализированный дизайн*, результатом которого должен стать некий *формализм*, на основе которого в дальнейшем будет осуществляться кодирование программ.
4. Фаза *реализации и разработки* соответствует написанию программного кода.
5. Фаза *валидации* — это проверка *адекватности системы специфицированным требованиям*. Подразумевает инсталляцию и тестирование системы в реальных жизненных ситуациях.
6. На фазе *сопровождения и поддержки* осуществляются *обновления и улучшения* системы в соответствии с модифицированными требованиями.

Особенностью данной модели является следующее: ни один шаг не может начаться до тех пор, пока предыдущий шаг не будет выполнен и не будет осуществлена проверка его соответствия требованиям в некоторой контрольной точке.

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ

RACINES

RACINES (аббревиатура от RAtionalisation des Choix INformatiquEs) — это некоторое руководство к действию для организаторов проектов, которое было впервые опубликовано в 1988 году Министерством Промышленности Франции. Этот метод формализует определение и реализацию стратегического плана организации проектов в соответствии со следующими пятью шагами:

Первый шаг — *стадия оценки возможностей и подготовки проекта*. Включает реализацию рабочих структур, обычно организованных вокруг *комитета управления*, который действует как орган принятия решений, *пользовательской группы* или

консультирующего органа и *проектной группы,* которая играет роль основного производителя.

Шаг *оценки и ориентации* — анализ существующих информационных систем и ресурсов, определение нужд, границ и приоритетов и определение направления, в котором предстоит двигаться.

Шаг рассмотрения возможных *сценариев*. Сценарий — это стратегия, которая наполняет специфицированное множество целей стратегическим планом. Каждый выдвигаемый сценарий должен включать концептуальное решение, организационное решение, техническое решение, финансовый расчёт, последовательность действий, которая определяется установленными приоритетами, и оценку потенциального влияния на организацию в случае реализации данного сценария. Однако сценарии — это только *качественная,* не количественная, модель. В итоге выбирается только один сценарий, который оказывается оптимальным с учётом всех критичных условий.

Следующий шаг — составить *план действий*. Включает разработку прогрессивного детализированного *количественного* описания сценария, выбранного на третьем шаге. При этом указывается последовательность действий и организационных мероприятий наряду с необходимыми техническими и человеческими ресурсами.

Заключительный шаг — *реализация* стратегического плана.

Обычно выбор сценария требует от 6 до 18 месяцев, в то время как на формирование плана действий может отводиться период от 5 до 10 лет.

Недостатки метода:

— Метод не всегда идентифицирует необходимые ресурсы или процессы контроля качества для продукции, получаемой на каждом шаге.
— Метод плохо подходит для реализации больших проектов, где спецификация может меняться.

Технологии разработки программного обеспечения очень быстро прогрессируют и в настоящий момент позволяют получать значительные результаты в короткое время. Результат может быть получен в форме прототипов, которые предоставляются непосредственно пользователю.

Спиральный метод, или метод быстрого прототипирования

Спиральный метод (рис. 12.2) базируется на принципе инкрементальной разработки. Новые функции добавляются на каждом этапе (инкременте). Каждый виток спирали включает анализ

требований, спецификацию, дизайн, реализацию и валидацию. В конце каждого витка производится новая версия программного обеспечения, которая будет эксплуатироваться до тех пор, пока не закончится следующая фаза.

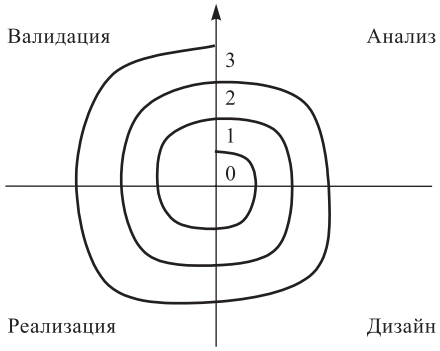


Рис. 12.2. Спиральная модель

Спиральный метод и быстрое прототипирование помогают улучшить управление ресурсами, выделенными для проекта. Явная спецификация версий системы позволяет осуществлять проверку и верификацию каждой версии. Не давая гарантии элиминирования каскадных ошибок (начальных ошибок, которые размножаются на следующих стадиях), этот метод гарантирует их устранение, позволяя в любой момент вернуться к последней приемлемой версии системы.

Однако системный анализ порождает множество трудноразрешимых проблем, среди которых:

— Невозможность получить исчерпывающую информацию для оценки требований к системе с точки зрения заказчика.
— Заказчик не имеет достаточной информации о проблеме обработки данных.
— Спецификация системы из-за объёма и технических терминов часто непонятна для заказчика.

Существенно уменьшить остроту этих проблем можно за счёт применения современных структурных методов, среди которых центральное место занимают методологии структурного анализа.

12.3. Принципы структурного анализа

Структурным анализом принято называть метод исследования системы, который начинается с её общего обзора и за-

тем детализируется, приобретая иерархическую структуру со всё большим числом уровней. Все методологии структурного анализа строятся на основе некоторых общих принципов и рекомендаций. В качестве двух базовых принципов используются следующие: *принцип «разделяй и властвуй» и принцип иерархического упорядочивания*. Первый принцип означает разбиение сложных и трудоёмких задач на множество меньших независимых подзадач. Второй декларирует организацию частей системы в древовидные иерархические структуры, т. е. система может быть понята и построена по уровням, каждый из которых добавляет новые детали.

Кроме двух базовых принципов, существует ряд других, не менее важных. Вот некоторые из них: принцип абстрагирования, формализации, концептуальной общности, непротиворечивости и др.

МЕТОДОЛОГИИ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА, ОРИЕНТИРОВАННЫЕ НА ДАННЫЕ

Существует множество методологий структурного анализа, предназначенных для решения определённых задач. Поскольку нас интересует разработка информационных систем, мы будем рассматривать только методологии, ориентированные на *данные*. Разработка информационной системы масштаба предприятия — достаточно трудоёмкий и длительный процесс. Сочетание этих двух факторов — трудоёмкости процесса разработки и информативности (ориентации на данные) разрабатываемого программного обеспечения — чаще всего обуславливают выбор в качестве инструмента разработки и способа представления информации одной из существующих*СУБД*.

12.4. Проектирование данных

При разработке систем, ориентированных на данные, наиболее важными являются входные и выходные данные, а не обрабатывающие процессы и вычисления. Поэтому порядок проведения анализа и проектирования несколько отличается от традиционного порядка при разработке, скажем, систем реального времени. А именно: структуры данных определяются первыми, а процедурные компоненты строятся как производные от структур данных. Фактически процесс проектирования заключается в определении структур данных, слиянии их в прообраз структуры программы и наполнении этой структуры детальной логикой обработки данных.

Классическим примером такого подхода является структурное проектирование Джексона. Его базовая процедура проектирования предназначена для «простых» программ («сложная» программа разбивается на простые традиционными методами) и включает следующие 4 этапа:

— Этап проектирования данных.
— Этап проектирования программ.
— Этап проектирования операций.
— Этап проектирования текстов.

На этапе проектирования дынных нужно определить структуры входных и выходных данных и на их основе построить некоторую модель внутреннего представления данных. Для этого необходимо:

1. Построить модель функциональных требований системы на уровне управляющих процессов (анализируя предметную область).
2. Затем построить модель данных на уровне «сущность-связь» (анализируя процессы).

ДИАГРАММЫ ПОТОКОВ ДАННЫХ

Для построения модели системы на уровне управляющих процессов наиболее популярным средством являются *диаграммы потоков данных (DFD)*. С их помощью эти требования разбиваются на функциональные компоненты (процессы) и представляются в виде сети, связанной потоками данных. Главная цель — продемонстрировать, как каждый процесс преобразует свои входные данные в выходные, а также выявить отношения между процессами. Для графического представления DFD используют нотацию Джордана (рис. 12.3, рисунки заимствованы из [Вендров]).

Опорными являются следующие понятия:

1. Поток данных. Механизм передачи информации из одной части системы в другую. Изображаются именованными стрелками, ориентация которых указывает направление движения информации.
2. Процесс. Продуцирует выходные потоки из входных в соответствии с каким-либо правилом. Изображается кружком, внутри которого помещается имя процесса и его номер (для ссылок на него внутри диаграммы).
3. Хранилище (накопитель) данных. Позволяет сохранять данные между процессами. Информация, которую оно содержит, может использоваться в любое время после её определения, при этом данные могут выбираться в любом

порядке. Изображается двумя параллельными горизонтальными линиями, между которыми пишется имя хранилища.

4. Внешняя сущность. Сущность вне контекста системы, являющаяся источником или приёмником данных (не участвует в обработке данных). Изображается прямоугольником с именем внутри.

Процесс

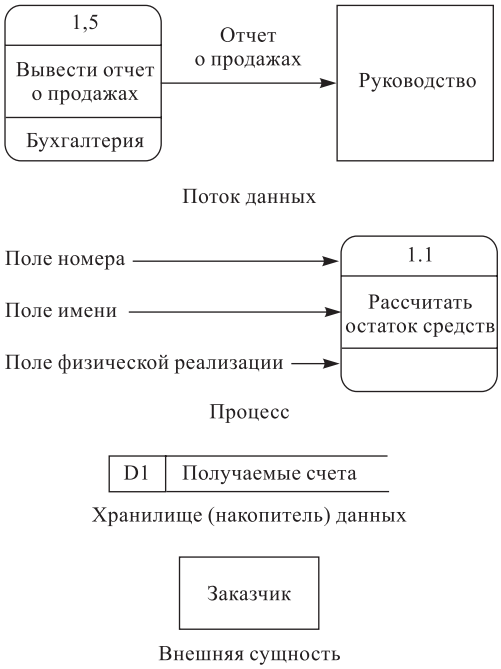


Рис. 12.3. Элементы диаграмм потоков данных

При построении диаграмм целесообразно соблюдать следующую последовательность:

1. Расчленение множества требований на группы.
2. Идентификация внешних и внутренних объектов системы. Информацию об объектах извлекать из требований на первичные (входные) и вторичные (выходные) документы.
3. Идентификация основных видов информации, циркулирующих между системой и внешними объектами.
4. Разработка общей DFD. При этом исходить из рекомендации: на каждой диаграмме размещать от 3 до 6–7 процессов (предел человеческих возможностей одновременного

восприятия). Более сложные процессы объединять в один процесс, потоки — группировать.

5. Формирование DFD нижних уровней путём декомпозиции сложных процессов на части (параллельно осуществлять декомпозицию потоков данных) до тех пор, пока функции возможно разбивать на части.
6. Построение спецификаций элементарных процессов (на уровне алгоритмов).
7. При необходимости — внесение изменений в DFD любых уровней по мере уточнения деталей требований.

Результатом выполнения всех перечисленных этапов является готовая модель функциональных требований системы и чёткое представление о структуре предметной области. По окончании этого этапа можно переходить к построению модели данных.

ДИАГРАММЫ «СУЩНОСТЬ-СВЯЗЬ»

Одним из наиболее часто используемых средств для разработки моделей данных являются *диаграммы «сущность-связь»* (ERD — Entity-Relationship Diagram). ERD обеспечивают стандартный способ определения данных и отношений между ними. С их помощью осуществляется детализация хранилищ данных проектируемой системы, определяются компоненты системы и способы их взаимодействия, включая идентификацию объектов, важных для предметной области (сущностей), свойств этих объектов (атрибутов) и их отношений с другими объектами (связей).

Данная нотация была введена Ченом и получила дальнейшее развитие в работах Баркера. Эти диаграммные техники используются для проектирования реляционных баз данных.

Сущности, отношения и связи в нотации Чена

Сущность представляет собой множество экземпляров реальных или абстрактных объектов (людей, событий, состояний, идей, предметов и т. д.), обладающих общими атрибутами или характерами. Любой объект системы может быть представлен только одной сущностью, которая должна быть уникально идентифицирована. При этом имя сущности должно отражать тип или класс объекта, а не его конкретный экземпляр (например, ПАЦИЕНТ, а не ПЕТРОВ И.И.).

Символы, соответствующие сущностям, приведены на рис. 12.3. Независимая сущность представляет независимые данные, которые всегда присутствуют в системе, и отношения

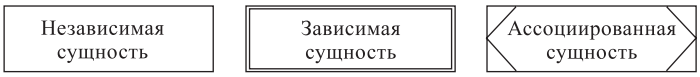


Рис. 12.4. Сущности в нотации Чена

с другими сущностями могут как существовать, так и отсутствовать.

Зависимая сущность представляет данные, зависящие от других сущностей в системе. Поэтому она должна всегда иметь отношения с другими сущностями.

Ассоциированная сущность представляет данные, которые ассоциируются с отношениями между двумя и более сущностями (см. отношения «многие-ко-многим» ниже).

Отношение в самом общем виде представляет собой связь между двумя и более сущностями. Для именования отношений используются глагольные группы (*имеет*, *может владеть*, *определяет*).

Рис. 12.5. Отношения в нотации Чена

Символы ERD, соответствующие отношениям, приведены на рис. 12.4.

Неограниченное (обязательное) отношение представляет собой безусловное отношение, т. е. отношение, которое всегда существует до тех пор, пока существуют относящиеся к делу сущности.

Ограниченное (необязательное) отношение представляет собой условное отношение между сущностями.

Существенно ограниченное отношение используется, когда соответствующие сущности взаимозависимы в системе.

Для идентификации требований, в соответствии с которыми сущности вовлекаются в отношения, используются *связи*. Каждая связь соединяет сущность и отношение и может быть направлена только от отношения к сущности.

Значение связи характеризует её тип и, как правило, выбирается из следующего множества:

{«0 или 1», «0 или более», «1», «1 или более», «p : q»}

Пара значений связей, принадлежащих одному и тому же отношению, определяет *тип* этого отношения. Используются следующие типы отношений:

(1) *1 * 1 (один-к-одному);*

(2) *1 * N (один-ко-многим);*

(3) *N * M (многие-ко-многим)*. Отношения данного типа используются на ранних этапах проектирования с целью прояснения ситуации. В дальнейшем каждое из таких отношений должно быть преобразовано в комбинацию отношений типов 1 и 2 (возможно, с добавлением вспомогательных ассоциативных сущностей и введением новых отношений).

На рис. 12.5 приведена диаграмма «сущность-связь», демонстрирующая отношения между объектами медицинской организации (поликлиники). Согласно этой диаграмме каждый *врач лечит* одного или более *пациента*. Кроме того, каждый *пациент может лечиться* (а может и не лечиться) у одного или более врача. Каждый врач *проводит амбулаторный приём*, на который записываются *(назначаются) пациенты*. В процессе осмотра пациентов на амбулаторном приёме врач формирует *эпикризы*, которые влияют на постановку *диагнозов*. У каждого диагноза для пациента должен быть автор — *врач*, который несёт ответственность за принятие решения.

Диаграммы атрибутов

Каждая сущность обладает одним или несколькими атрибутами, которые однозначно идентифицируют каждый экземпляр сущности. При этом любой атрибут может быть определён как ключевой.

Детализация сущностей осуществляется с использованием *диаграмм атрибутов*, которые раскрывают ассоциированные с сущностью атрибуты. Диаграмма атрибутов состоит из детализируемой сущности, соответствующих атрибутов и доменов, описывающих области значений атрибутов. На диаграмме каждый атрибут представляется в виде связи между сущностью и соответствующим доменом, являющимся графическим представлением множества возможных значений атрибута. Все атрибутные связи имеют значения на своём окончании. Для идентификации ключевого атрибута используется подчёркивание имени атрибута.

Пример диаграммы атрибутов, детализирующих сущность *пациент*, приведён на рис. 12.6.

Категоризация сущностей

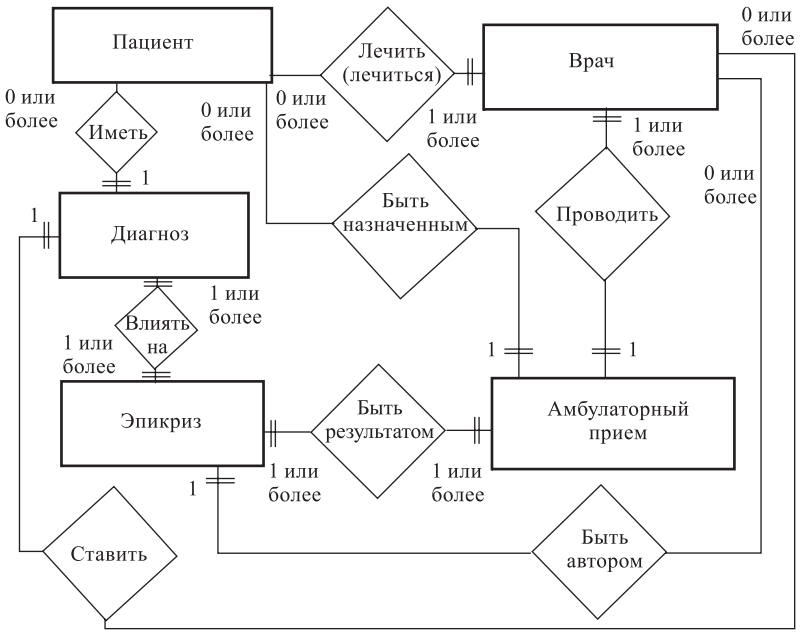


Рис. 12.6. ER-диаграмма в нотации Чена

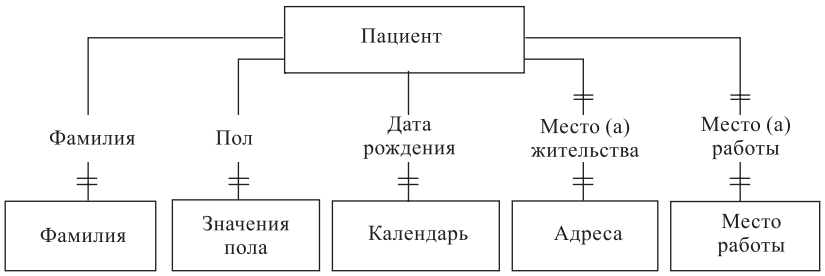


Рис. 12.7. Диаграмма атрибутов

Сущность может быть разделена и представлена в виде двух или более *сущностей-категорий*, каждая из которых имеет общие атрибуты и/или отношения. Расщепляемая на категории сущность получила название *общей сущности* (на промежуточных уровнях декомпозиции одна и та же сущность может быть как общей сущностью, так и сущностью-категорией).

Для демонстрации декомпозиции сущности на категории используются *диаграммы категоризации*. Такая диаграмма содержит общую сущность, две или более сущности-категории и спе-

циальный узел — *дискриминатор*, который описывает способы декомпозиции сущностей (см. рис. 12.7).

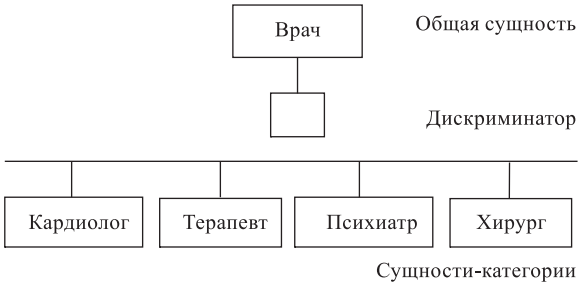


Рис. 12.8. Диаграмма категоризации

Нотация Баркера

Дальнейшее развитие ER-подход получил в работах Баркера, предложившего оригинальную нотацию, которая позволила на верхнем уровне интегрировать предложенные Ченом средства описания моделей. В нотации Баркера используется только один тип диаграмм — ERD. Сущность на ERD представляется прямоугольником любого размера, содержащим внутри себя имя сущности, список имён атрибутов (возможно, неполный) и указатели ключевых атрибутов (знак «#» перед именем атрибута).

Все связи являются бинарными и представляют собой линии с двумя концами (соединяющие сущности), для которых должно быть определено имя, степень множественности (один или много объектов участвуют в связи) и степень обязательности (обязательна или необязательна связь между сущностями). Для множественной связи линия присоединяется к прямоугольнику сущности в трёх точках, а для одиночной связи — в одной точке. При обязательной связи рисуется непрерывная линия до середины связи, при необязательной — пунктирная линия. На рис. 12.8 приведён фрагмент ERD в нотации Баркера.

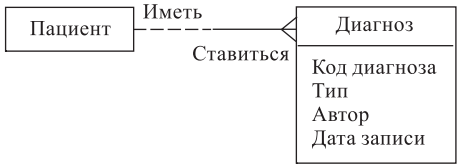


Рис. 12.9. Нотация Баркера

Понятия категории и общей сущности заменяются Баркером на эквивалентные понятия подтипа и супертипа.

12.5. Этапы проектирования информационной системы

Процесс разработки информационной системы должен включать следующие основные этапы:

— Построение модели данных: логический дизайн базы данных.
— Физическое проектирование и разработка БД.
— Проектирование и разработка приложения.

ЭТАП 1: ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ДАННЫХ: ЛОГИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН БАЗЫ ДАННЫХ

Логический дизайн базы данных включает следующие основные шаги:

— Построение концептуальной модели данных.
— Идентификация сущностей.
— Идентификация отношений между сущностями и указание типов отношений.
— Идентификация атрибутов сущностей.
— Определение атрибутных доменов.
— Определение первичных и альтернативных ключей.
— Построение логической модели данных.
— Приведение концептуальной модели данных к логической.
— Преобразование отношений из концептуальных в логические.
— Проведение нормализации модели.
— Определение ограничений (ссылочной целостности).
— Графическое построение диаграммы (окончательное).

Информация о сущностях и связях может браться из обобщённой модели данных, построенной на предыдущем этапе.

Построение концептуальной модели данных

Шаг 1. Первоначально осуществляется сравнение содержимого входных и выходных потоков данных для каждого хранилища данных (для DFD).

Рассмотрим пример: получение данных о персонале и расчёт заработной платы для бухгалтерии медицинской организации.

В табл. 12.1 приводятся данные, которые содержатся во входных и выходных потоках.

Таблица 12.1

Данные входных и выходных потоков хранилища данных

Входные структуры данных	Выходные структуры данных
вновь_нанятые дата_найма фамилия таб_номер адрес должность нач_з/пл	***адрес_служащего*** фамилия адрес
Уволенные фамилия таб_номер	***подробности_з/пл*** фамилия таб_номер текущая_з/пл
Изменение_адреса фамилия таб_номер старый_адрес новый_адрес	***история_занятости*** фамилия таб_номер дата_найма
изменение_з/пл фамилия таб_номер старая_з/пл новая_з/пл дата_изменения	***история_карьеры**** должность дата_изменения
	история_з/пл* з/пл дата_изменения

Сравнивая входные и выходные структуры, выделяем в них следующие сущности:

фамилия
таб_номер
адрес
текущая_з/пл
дата_найма
*история_карьеры**
    должность
    дата_изменения
*история_з/пл**
    з/пл
    дата_изменения

На следующем шаге осуществляется упрощение схемы за счёт устранения избыточности:

фамилия

таб_номер
адрес
*история_з/пл_карьеры**
з/пл
должность
дата_изменения

Шаг 2 служит для выявления и определения отношений между сущностями, а также для идентификации типов отношений. На данном этапе некоторые отношения могут быть неспецифическими (N:M) или комплексными (между тремя и более сущностями). Такие отношения потребуют дальнейшей детализации на более поздних этапах.

Определение отношения включает выявление его типа, для этого отношение должно быть проверено в обоих направлениях следующим образом: выбирается экземпляр одной из сущностей и определяется, сколько различных экземпляров второй сущности может быть с ним связано (отношение 1:1, 1:N, N:M).

Шаг 3 — идентификация атрибутов сущностей. Важно отметить, является ли атрибут простым или композитным. Композитный атрибут должен в дальнейшем быть разбит на простые атрибуты (например, атрибут АДРЕС разбивается на атрибуты ГОРОД, УЛИЦА, ДОМ, КВАРТИРА). Кроме того, должны быть выявлены все вычислимые атрибуты.

Для каждого атрибута должна быть определена следующая информация:

— имя и описание атрибута;
— его алиасы (синонимы или псевдонимы), используемые пользователями;
— тип данных и длина;
— значение по умолчанию;
— обязательно ли должен быть определён для каждого объекта (или может принимать значение NULL);
— простой или композитный (если композитный — из каких простых состоит);
— если атрибут вычислимый, то привести способ вычисления,
— является ли атрибут однозначным или многозначным.

Шаг 4 — определение атрибутных доменов. Домен — это множество значений, из которого выбираются значения одного или нескольких атрибутов.

Назначение домена для каждого атрибута включает определение:

— допустимого множества значений для атрибута;

— допустимые операции с ним;
— какие из атрибутов будут объединяться или комбинироваться с другими атрибутами;
— размер и форматы атрибутных полей.

Шаг 5 — определение первичных и альтернативных ключей. Идентификация всех ключей, т. е. определение всех атрибутов или минимальных наборов атрибутов, которые однозначно идентифицируют каждый экземпляр сущности (например, ПАЦИЕНТА идентифицирует: серия и номер его паспорта, ФИО + дата рождения).

Назначение первичного ключа. Среди всех ключей выбирается один ключ, который становится первичным, все остальные становятся альтернативными (вторичными). Для выбора первичного ключа можно предложить следующие рекомендации:

— ключ с минимальным количеством атрибутов (ФИО, например, не очень удачный выбор — 3 атрибута);
— ключ, значение которого, вероятнее всего, не будет меняться (а вот адрес, к примеру, может измениться);
— ключ, который, вероятнее всего, всегда останется уникальным (по этому критерию не подходит фамилия: у любого клиента может появиться однофамилец);
— ключ с минимальной длиной строки (для текстовых атрибутов) — ключ, который легче использовать с точки зрения пользователя.

Построение логической модели данных

Шаг 1 — приведение концептуальной модели данных к логической. На этом шаге из модели удаляются некоторые нежелательные элементы, а именно:

— отношения N:M;
— комплексные отношения;
— рекурсивные отношения;
— отношения с атрибутами;
— избыточные отношения.

Рассмотрим более подробно каждый случай:

— *Разрешение неспецифических отношений (N:M).* Каждое неспецифическое отношение (N:M) преобразуется в два специфических отношения (1:N и 1:M) с введением новых (ассоциативных) сущностей. На рис. 12.9 показан пример разрешения неспецифических отношений. Таким образом, ассоциативные сущности по своей природе являются представлением пар реальных объектов.

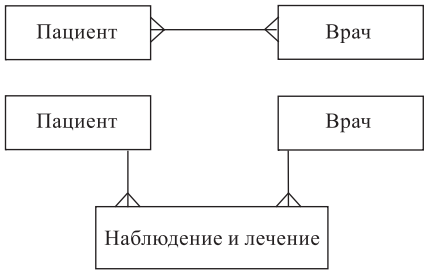


Рис. 12.10. Разрешение неспецифических отношений

— *Разрешение комплексных отношений.* Комплексное отношение — это отношение между тремя или более сущностями. Комплексное отношение заменяется требуемым числом бинарных отношений (1:N) с новой (ассоциативной) сущностью. Например, тернарное отношение заменяется тремя бинарными отношениями.
— *Разрешение рекурсивных отношений.* Рекурсивное отношение — это отношение, в котором сущность ссылается сама на себя (например, для сущности ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ отношение ВХОДИТЬ В СОСТАВ). Рекурсивное отношение разъединяется промежуточной сущностью и отношениями с ней (для нашего примера — сущностью ГЛАВНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ и отношениями РУКОВОДИТ и ПОДЧИНЯЕТСЯ).
— *Разрешение отношений с атрибутами.* В некоторых случаях в концептуальной модели атрибуты могут быть приписаны не сущности, а отношению. Пусть, например, для сущностей РАБОТНИК и ОТДЕЛЕНИЕ определено отношение РАБОТАТЬ, причём каждый работник может работать в нескольких отделениях по нескольку часов. Тогда отношению РАБОТАТЬ приписывается атрибут ЧИСЛО ЧАСОВ. Чтобы разрешить такое отношение, мы должны «разорвать» его и в место разрыва ввести дополнительную сущность с тем же самым атрибутом. Для нашего примера это будет сущность РАБОТА_В_ОТДЕЛЕНИЯХ и два её новых отношения: с работником ВЫПОЛНЯЕТСЯ, с отделением НАЗНАЧЕНА.
— *Удаление избыточных отношений.* Отношение избыточно, если та же самая информация может быть получена через другое отношение. Так как модель данных должна быть минимальна, такие отношения должны быть удалены, даже если они несут некоторую смысловую нагрузку.

Однако необходимо внимательно относиться к таким ситуациям, так как иногда другое отношение не всегда однозначно определяет данное. Рассмотрим пример: сущности МУЖЧИНА, ЖЕНЩИНА и РЕБЁНОК и отношения ЖЕНАТЫ, БЫТЬ ОТЦОМ, БЫТЬ МАТЕРЬЮ. Казалось бы, мы можем удалить одно из последних двух отношений, однако на самом деле это не так, так как ребёнок может быть от предыдущего брака.

Шаг 2 — преобразование (наследование) отношений. На этом шаге каждое отношение, которое сущность имеет с другой сущностью, должно быть представлено механизмом «первичный ключ — внешний ключ». Внешний ключ — это атрибут или множество атрибутов в рамках одной сущности, которые представляют собой копию первичного ключа другой сущности. Для того чтобы решить, в какую из двух сущностей, связанных отношением, «вклеить» первичный ключ другой сущности, необходимо распределить, какая из них будет родительской, а какая — дочерней. Первичный ключ родительской сущности копируется в дочернюю сущность и становится там внешним ключом (т. е., дочерняя сущность ссылается на родительскую).

При этом преобразования выполняются для следующих случаев:

- *Независимая сущность.* Для каждой независимой сущности нужно составить список всех её простых атрибутов. Для композитных атрибутов в список включаются простые атрибуты, из которых состоит композитный.
- *Зависимая сущность.* Для каждой зависимой сущности нужно составить список всех её простых атрибутов. Помимо этого в список в качестве внешнего ключа включается первичный ключ сущности, от которой зависит данная сущность. Первичный ключ зависимой сущности частично или полностью зависит от определяющей сущности.
- *Отношение 1:1.* Для каждого отношения 1:1 между сущностями A и B необходимо создать копию первичных ключевых атрибутов (внешний ключ) сущности A в сущности B. Сущность, которая разделяет отношение частично, считается родительской сущностью, полностью — потомком. В случаях, когда обе сущности полностью разделяют отношение, выбор предка и потомка произволен и определяется здравым смыслом.
- *Отношение 1:N.* Для каждого отношения 1:N между сущностями A и B необходимо создать копию первичных ключевых атрибутов (внешний ключ) сущности A в сущ-

ности B. Сущность, которая представляет сторону «один» отношения (A), становится родителем, сущность, которая представляет сторону «много», становится потомком (B).

— *Категоризация сущностей.* Для каждой связи «общая сущность — категориальная сущность» общая сущность идентифицируется как родительская, а сущность-категория — как дочерняя. Следовательно, мы можем представить такую связь как одно или несколько отношений.

Шаг 3. Следующий шаг — упрощение схемы при помощи *нормализации* (*удаления повторяющихся групп*).

Концепции и методы нормализации были разработаны Коддом. Он установил существование трёх типов нормализованных схем, названных в порядке уменьшения сложности первой, второй и третьей нормальной формой (1НФ, 2НФ, 3НФ). Позднее более сильное определение третьей нормальной формы было дано Бойсом и Коддом и названо нормальной формой Бойса-Кодда. Все эти нормальные формы базируются на функциональной зависимости атрибутов. Все остальные нормальные формы более высоких порядков, предложенные позднее, базируются не на функциональной зависимости и используются достаточно редко.

Функциональная зависимость — это взаимосвязь между атрибутами.

Рассмотрим, как преобразовывать схемы к наиболее простой с точки зрения модели данных 3НФ, на следующем примере (рис. 12.10):

Хирургическое отделение заказывает медикаменты на складе, причём оно не может заказать одно и то же лекарство дважды в один день.

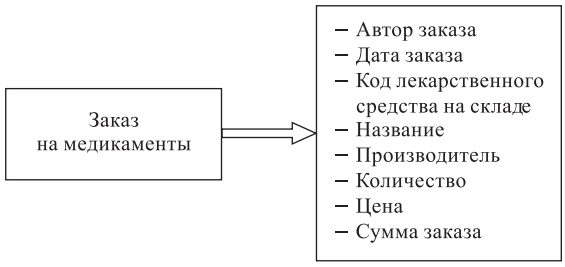


Рис. 12.11. Схема заказа медикаментов в 1НФ

Согласно Кодду, любая нормализованная схема (схема без повторяющихся групп) автоматически находится в 1НФ независимо от того, насколько сложен её ключ и какая взаимосвязь может существовать между её элементами.

В этой схеме атрибуты «название», «производитель», «цена» могут быть идентифицированы частью ключа («код_лекарственного_средства_на_складе»), тогда как атрибут «количество» зависит от всего ключа. По определению, схема находится в 2НФ, если все её неключевые атрибуты полностью функционально зависят от ключа.

Тогда схема во 2НФ выглядит, как показано на рис. 12.11.

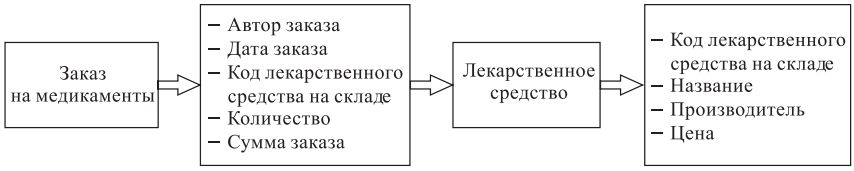


Рис. 12.12. Схема заказа медикаментов в 2НФ

Заметим, что можно упростить ситуацию и дальше: атрибуты «количество» и «сумма_заказа» являются взаимозависимыми. По определению, схема находится в 3НФ, если она находится в 2НФ и никакой из неключевых атрибутов не является зависимым ни от какого другого неключевого атрибута.

Иногда для построения 3НФ необходимо выразить зависимость между неключевыми атрибутами в виде отдельной схемы (расщепить схему, выделив новые сущности).

Таким образом, построив 3НФ, мы фактически выделяем базовые сущности предметной области.

Алгоритм приведения ненормализованных схем в 3НФ:

Ненормализованная схема

⇓

1. Расщепить схему на схемы без повторяющихся групп.
2. Объявить один или более атрибутов главным ключом (самый малый ключ).

⇓

1НФ

⇓

1. Для схем, где ключи имеют более одного атрибута, проверить, что каждый неключевой атрибут полностью функционально зависим от всего ключа.
2. Если не так, расщепить схему.

⇓

2НФ

⇓

1. Проверить, что все неключевые атрибуты являются взаимонезависимыми.
2. Исключить избыточные атрибуты или расщепить схему.

⇓

3НФ

Шаг 4 — определение ограничений целостности. Ограничения целостности — это ограничения, которые будут использоваться при разработке и использовании БД. Заметим, что различные СУБД могут поддерживать целостность данных, а могут и не поддерживать. На данном этапе эти вопросы не обсуждаются и определение ограничений происходит на концептуальном уровне. Типы ограничений целостности:

- Ограничение NOT NULL. Значение атрибута не может быть пусто (не может быть NULL).
- Доменные ограничения (например, атрибут ПОЛ может принимать только значения «м» и «ж»).
- Первичный ключ сущности не может содержать значение NULL.
- Ссылочная целостность. Значения внешнего ключа должны содержать значения, которые имеет первичный ключ какого-либо объекта родительской сущности (т. е. потомок должен ссылаться на реальный объект).

Шаг 5 — графическое изображение диаграмм. Необходимо объединить полученные ранее и улучшенные в соответствии с рекомендациями диаграммы модели данных в общую диаграмму, пересмотрев все имена, типы, ограничения и т. д.

На этом логическое проектирование БД заканчивается.

ЭТАП 2: ФИЗИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БД

Физическое проектирование БД — это процесс описания и реализации БД в физической среде, с указанием структуры БД, используемых методов доступа к ней, методов повышения эффективности работы и методов защиты информации.

Физическое проектирование БД включает следующие шаги:

1. Трансляция логической модели данных для выбранной СУБД.
   - 1.1. Разработка базовых таблиц применительно к СУБД.
   - 1.2. Разработка правил ограничения целостности применительно к СУБД.
2. Разработка и реализация физического представления.
   - 2.1. Анализ транзакций.

2.2. Определение вторичных индексов.

2.3. Введение обоснованной избыточности.

2.4. Предварительная оценка необходимого дискового пространства.

3. Разработка и реализация механизмов защиты информации.

3.1. Разработка и реализация пользовательских отображений.

3.2. Разработка и реализация прав доступа.

4. Настройка операционной системы.

Рассмотрим процесс физического проектирования и реализации реляционной БД шаг за шагом.

Трансляция логической модели данных для выбранной СУБД

Задача данного этапа — получить рабочую схему реляционной БД из логической модели данных, реализованной на прошлом этапе.

Шаг 1 — разработка базовых таблиц применительно к СУБД. Чтобы начать процесс физического проектирования БД, сначала необходимо сжать и ассимилировать информацию о сущностях и связях, полученную при построении логической модели данных. Для каждой таблицы, соответствующей сущности в логической модели данных, необходимо указать:

— имя;
— список простых атрибутов в скобках;
— первичный ключ, альтернативные ключи, внешние ключи;
— ограничения на ссылочную целостность для всех внешних ключей.

Для каждого атрибута (поля) указать:

— его домен, содержащий тип данных, длину и любые ограничения на домен;
— значение атрибута по умолчанию (не обязательно);
— может ли принимать значение NULL;
— для вычислимого атрибута — его формулу.

Шаг 2 — разработка правил ограничений целостности. Любое изменение данных в БД может нарушить их целостность. Особенно это касается случаев с внешними ключами. Пусть, например, существуют таблицы ПАЦИЕНТ и ДИАГНОЗ. Каждый пациент может иметь несколько диагнозов. Следовательно, между ними имеется отношение 1:N, причём таблица ПАЦИЕНТ является родительской по отношению к таблице ДИАГНОЗ. Пусть первичный ключ таблицы ПАЦИЕНТ — ФИО. Тогда

в таблице ДИАГНОЗ должен присутствовать атрибут ФИО. Однако, если некоторый клиент сменил фамилию, значение атрибута ФИО необходимо поменять как в таблице ПАЦИЕНТ, так и в таблице ДИАГНОЗ. Если же в качестве первичного ключа определить уникальный для таблицы ПАЦИЕНТ атрибут КОД_ПАЦИЕНТА, который будет ему присваиваться при регистрации и будет защищён от изменений пользователем, таких проблем возникать не будет. Однако могут возникнуть проблемы другого рода, а именно: при удалении пациента из БД ссылки на него (его диагнозы) остаются в таблице ДИАГНОЗЫ.

Необходимо предусмотреть правила поддержания ссылочной целостности для следующих случаев:

1. Добавление нового дочернего объекта. Чтобы гарантировать ссылочную целостность, внешний ключ не может иметь значение NULL и должен ссылаться на существующий объект в родительской таблице.
2. Обновление внешнего ключа — сводится к случаю 1.
3. Удаление объекта из родительской таблицы. Ссылки на него в дочерней таблице будут потеряны. Существует несколько стратегий решения этой проблемы:
   — ЗАПРЕТИТЬ УДАЛЕНИЕ до тех пор, пока в дочерней таблице существуют ссылки на объект.
   — КАСКАДНОЕ УДАЛЕНИЕ — автоматическое удаление всех объектов в дочерней таблице, ссылающихся на данный объект.
   — УСТАНОВИТЬ ЗНАЧЕНИЕ ПО УМОЛЧАНИЮ для всех внешних ключей дочерней таблицы (например, ссылающимся на условный объект).
4. Обновление первичного ключа родительского объекта. Необходимо изменить значения всех внешних ключей тех объектов дочерней таблицы, которые ссылаются на данный объект, либо вообще запретить изменение первичного ключа.

Необходимость описания всех этих ограничений определяется возможностями используемой СУБД. Некоторые СУБД поддерживают достаточно полный набор контроля целостности, другие не поддерживают практически никаких возможностей. В этом случае программисту приходится самостоятельно описывать все необходимые процедуры на языке выбранной СУБД внутри приложения (т. е. отдельно от определения данных).

Определения структуры таблиц и правил ссылочной целостности делаются с использованием языка описания данных (DDL — Data Definition Language). Каждая СУБД имеет свой

собственный DDL (либо поддерживает один из стандартных). В общем случае можно предложить некоторый условный DDL для демонстрации физической структуры БД.

Пример:

domain Patient_No; Integer — *домены*
domain FIO; VarChar maximum 30
domain Address; VarChar maximum 20 *(VarChar — строка переменной длины)*
domain Age; Integer
domain Firm_No; Integer
таблица «Пациент»
Patient(
Ptnt_No: Client_No NOT NULL,
Ptnt_FIO: FIO DEFAULT: 'Иванов И.И.',
Ptnt_Address: Address NOT NULL,
Ptnt_Age: Age NOT NULL)
Ptnt_Where_Work: Firm_No NOT NULL;
PK Ptnt_No — *первичный ключ*
SK Ptnt_FIO — *вторичный ключ*
FK Ptnt_Where_Work REFERENCES Firm(Firm_No) ON DELETE SET NULL ON UPDATE CASCADE — *внешний ключ*

Полученная таким образом схема БД содержит описание структуры таблиц, первичных, вторичных и внешних ключей и ограничений ссылочной целостности.

Разработка и реализация физического представления

Задача этапа — определить методы организации файлов и доступа к ним.

Шаг 1 — анализ транзакций. Транзакция на БД — это операция, которая требует доступа к БД и представляет событие, происходящее в той части «реального мира», которую описывает БД. Т.е. транзакция позволяет представить последовательность операций как одно законченное действие, выполняемое с определёнными целями и достигшее определённых результатов.

Существует три основных типа транзакций:

1. *Возвращающая транзакция (запрос)* — используется для получения данных для отображения их на дисплее или генерации отчёта.
2. *Обновляющая транзакция* — используется для выполнения операций вставки, удаления и изменения записей.
3. *Смешанная транзакция* — комбинирует возможности запросов и обновлений.

Фактически, анализ транзакций — это получение из спецификации требований информации о том, какие операции должны выполняться с данными, и декомпозиция этих операций на более простые до тех пор, пока они не будут сведены к одному из типов транзакций.

Для каждой транзакции необходимо определить:

- ожидаемую последовательность, в которой транзакция будет выполняться;
- тип транзакции (запрос (R), вставка (I), удаление (D), изменение (U)) и данные (таблицы и поля), к которым транзакция будет обращаться. Для обновляющих транзакций отдельно отметить поля, которые являются ключами, чтобы избежать разрушения вторичных индексов;
- атрибуты, используемые в любых предикатах (например, в SQL предикаты специфицируются в условии WHERE). Указать тип предиката (=, <, < =, >, > =, диапазон и т. д.). Желательно построить по таким атрибутам вторичные индексы для ускорения транзакций;
- для запросов — атрибуты, которые используются для связи двух и более таблиц. Аналогично, желательно построить по таким атрибутам вторичные индексы для ускорения транзакций;
- ограничение времени для выполнения транзакции;
- точка входа (E) — атрибут или атрибуты, которые используются для получения доступа к данным.

Шаг 2 — определение вторичных индексов. Вторичные индексы обеспечивают механизм определения добавочных ключей для таблицы, которые повышают эффективность получения данных. Выше уже упоминались несколько случаев, когда использование вторичных индексов позволяет ускорить выполнение операций. Фактически, при создании вторичного индекса происходит логическое упорядочивание записей по полю (полям) индекса и в БД создаётся специальная таблица (файл) с указанием соответствия физического места записи на диске и логического места при использовании данного индекса. В дальнейшем, чтобы найти запись с конкретным значением поля этого индекса, нет необходимости просматривать всю таблицу от начала до конца, сравнивая соответствие заданного значения со значением поля каждой записи. Достаточно в индексной таблице (файле) по заданному значению ключа быстрым методом поиска найти нужную запись (записи) и получить их физический адрес.

При определении вторичных индексов желательно руководствоваться следующим:

— В общем случае индексируйте первичный ключ таблицы, если этого не делает СУБД.
— Не индексируйте таблицы, содержащие малое число записей.
— Создавайте вторичные индексы для тех атрибутов, которые логически используются как альтернативные ключи (например, ФИО).
— Создавайте вторичные индексы для всех внешних ключей (если этого не делает СУБД).
— Избегайте индексирования атрибутов, которые будут часто обновляться, так как при каждом обновлении необходимо перестроить индексную таблицу.
— Избегайте создания таких индексов, число атрибутов в которых составляет большую часть числа атрибутов в таблице.
— Избегайте индексирования атрибутов, которые содержат длинные строки символов.

Как уже говорилось выше, индексируйте атрибуты, которые используются в запросах в качестве условий в предикатах, и атрибуты, которые используются для объединения таблиц.

Если в таблицу вставляется одновременно большое число записей, более эффективным способом будет вначале разрушить вторичные индексы, затем выполнить вставку и заново проиндексировать таблицу.

Шаг 3 — введение обоснованной избыточности. Нормализация — это процедура определения связанных атрибутов. Результатом нормализации является логическая модель БД, которая структурно закончена и не имеет избыточности. Однако иногда нормализованная БД не обеспечивает максимально возможной эффективности доступа к данным и не удовлетворяет требуемым условиям. В этом случае возможно введение в схему БД некоторой ограниченной избыточности (*денормализация*). Возможны следующие виды денормализации:

Вычислимые атрибуты.

При проектировании физической БД необходимо решить, будет ли вычислимый атрибут сохраняться в БД или вычисляться по мере необходимости. Для этого нужно оценить: а) затраты на сохранение атрибута и целесообразность его хранения вместе с атрибутами, на основе которых он вычисляется, б) затраты на вычисление значения атрибута так часто, как это будет необходимо, — и выбрать менее дорогой способ.

Например, если поле «сумма заказа» вычисляется как произведение полей «количество» и «цена экземпляра» той же записи,

то нецелесообразно сохранять этот атрибут в БД. Однако, если поле «цена экземпляра» хранится в таблице «экземпляры» и цены периодически могут изменяться, есть смысл сохранять атрибут в БД, чтобы не потерять информацию о реальной сумме заказа.

Дублирование атрибутов или слияние таблиц.

Эта операция может быть выполнена, чтобы уменьшить число связей, которые нужно установить для выполнения запроса, в следующих ситуациях:

- Комбинирование отношений 1:1. Две таблицы сливаются в одну с общим списком атрибутов. Желательно выполнять для таблиц, которые будут часто использоваться вместе и редко по отдельности.
- Дублирование неключевых атрибутов в отношении 1:N.
- Копирование некоторых часто используемых атрибутов родителя в дочернюю таблицу — чтобы избежать необходимости постоянного поиска.
- Создание справочной таблицы (lookup). Lookup-таблица содержит поля кода и описания.
- Дублирование атрибутов внешнего ключа в отношении 1:N и удаление ключа.
- Дублирование всех атрибутов в отношении 1:N. Используется, если число атрибутов невелико.
- Введение повторяющихся групп. Повторяющиеся группы были выделены в отношения 1:N на этапе нормализации. Однако для более эффективного выполнения запросов они могут быть введены в БД в случаях, когда:
- число пунктов в повторяющейся группе известно заранее;
- число постоянно и не изменится впоследствии;
- число не больше 12.
- Создание промежуточных таблиц.

В некоторых случаях необходимо сохранять полученные и рассчитанные данные в промежуточных (физических) таблицах в течение какого-либо определённого времени, в то время как реальные данные могут не быть статичными. Например, сохранять отчёт о наличии товара на складе в пятницу в течение следующей недели.

Необходимо относиться очень осторожно ко всем намерениям денормализации и каждый раз реально оценивать полученный эффект.

Шаг 4 — предварительная оценка необходимого дискового пространства. Может оказаться, что физическая БД не реализуется на имеющихся аппаратных ресурсах (в этом случае необ-

ходимо попытаться реализовать данную БД с использованием другой, менее мощной СУБД). Но даже если этого не случится, впоследствии могут возникнуть проблемы с размещением требуемых объёмов данных на жёстком диске компьютера. Чтобы избежать этого, необходимо провести предварительный подсчёт объёмов данных. В общем случае подсчёт базируется на размере одной записи и числе записей в таблице. Подсчёт следует проводить для максимально возможных значений, но также стоит оценить, как БД будет расти динамически во времени. Кроме того, необходимо учесть дополнительные затраты на индексы и служебные таблицы.

Разработка и реализация механизмов защиты информации

Шаг 1 — разработка и реализация пользовательских отображений. Чтобы обеспечить механизм безопасности информации в БД, в SQL-базах был введён специальный механизм пользовательских отображений. Т.е. каждый пользователь БД получает информацию не из таблиц непосредственно, а из построенного для него отображения. Сказанное выше касается в большей степени распределённых SQL-баз. Для локальных СУБД механизмы безопасности данных реализуются на уровне приложений. Тем не менее, необходимо составить для каждой предполагаемой группы пользователей списки доступных для неё данных.

Шаг 2 — разработка и реализация прав доступа. У каждой БД имеется её администратор (DBA) — человек, который обладает полными правами на всю хранящуюся там информацию. В его обязанность входит назначение другим пользователям уникальных имён и привилегий. Имя используется, чтобы определить, на какие объекты БД данный пользователь может ссылаться и какие операции он может выполнять на этих объектах.

При выполнении физического проектирования БД необходимо определить группы пользователей и права доступа к информации для каждой группы.

Для медицинских информационных систем, особенно для корпоративных, разработка и реализация механизмов защиты информации усложняется ввиду большого разнообразия информации и категорий пользователей, а также из-за существенных различий требований у разных учреждений. Тут также сказывается постоянная эволюция бизнесс-процессов в лечебных учреждениях, особенно на фоне общественно-системных изменений.

Настройка операционной системы

Первоначальное физическое проектирование БД требует мониторинга ОС и дальнейшей её настройки с целью улучшения функционирования БД. Настройка — это действие, которое никогда не завершается. Она выполняется на протяжении всего жизненного цикла БД. Однако, внося в настройки какие-либо изменения, необходимо проверять, действительно ли они повышают эффективность работы системы в условиях доступа к БД. Если это возможно, многократно тестируйте изменения либо на тестовых БД, либо когда система не полностью загружена (в нерабочие часы).

ЭТАП 3: ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Целью этого этапа является составление проекта программ, которые будут использовать БД и вносить в неё изменения. В принципе, проектирование приложения и проектирование БД должны осуществляться одновременно, но в большинстве случаев невозможно завершить разработку приложения до тех пор, пока не будет завершён дизайн БД. С другой стороны, доступ к БД будет осуществляться из приложения и, следовательно, некоторые особенности приложения могут привести к необходимости внесения изменений в структуру БД.

На этой стадии необходимо гарантировать, что все функциональные возможности, указанные в спецификации требований, представлены в проекте программы. Это осуществляется на основе разработки транзакций. Транзакции описывают способ доступа к информации, хранимой в БД. В добавлении к каждому описанию транзакции необходимо разработать удобный пользовательский интерфейс приложения. Необходимо представить схемы (макеты) основных экранов (форм) и получаемых отчётов. При разработке форм и отчётов необходимо соблюдать следующие правила:

— *Смысловой заголовок.* Информация в заголовке формы должна ясно и неизбыточно идентифицировать назначение формы.

— *Сжатые инструкции (подсказка) и система помощи.* Подобная технология используется, чтобы сообщить пользователю порядок действий в той или иной ситуации. Подсказки должны быть краткие, однако, если пользователю недостаточно предоставленной информации, должна быть доступна контекстная помощь. Инструкции должны быть изложены чётким, ясным языком и иметь стандартный формат.

— *Логическая группировка и последовательность полей.* Логически связанные поля должны располагаться на форме ря-

дом. Последовательность полей должна быть определена их логикой.

— *Визуально удобный макет и размещение формы.* Форма должна представлять удобный интерфейс для пользователя. Поля и группы полей должны выглядеть на форме сбалансированно. Следовательно, на форме не должно быть областей, которые имеют слишком много или слишком мало свободного места. Поля должны быть горизонтально или вертикально выровнены.

— *Названия полей* должны отражать их суть.

— *Терминология и аббревиатуры* должны быть понятны пользователю.

— Умеренное использование цветовых контрастов. Цвета должны использоваться так, чтобы улучшить восприятие формы и обратить внимание пользователя на некоторые особенно важные поля и сообщения. Чтобы достичь этого, цвета нужно использовать по принципу «чем меньше — тем лучше».

— *Видимые границы области для полей ввода.* Пользователь должен визуально ориентироваться в общем количестве пробелов, доступных для каждого поля. Это позволяет пользователю выбрать подходящий формат для данных перед вводом значений в поле.

— *Логичное и удобное перемещение курсора.* Пользователь должен легко идентифицировать операции, необходимые для перемещения курсора по форме. Должны быть использованы простые механизмы типа табуляции, клавиш со стрелками и указателя мыши.

— *Возможность коррекции ошибок для неверно введённых полей и символов.* Пользователь должен легко идентифицировать операции для изменения символов и значений полей, не выходя из формы. Желательно использовать клавишу Backspace или замену.

— *Сообщения об ошибках в случае неприемлемых значений.* Если пользователь пытается ввести некорректные данные в поле, должно появляться сообщение об ошибке. Сообщение должно информировать пользователя о типе ошибки и локализовать неверное значение. После отмены сообщения пользователь должен иметь возможность продолжить ввод (исправить ошибку), не выходя из формы.

— *Необязательные поля с соответствующей отметкой.* Необязательные поля должны быть отмечены понятным для пользователя образом. Это достигается путём задания специфических имён меток или определённой цветовой подсветкой.

Необязательные поля должны размещаться после обязательных полей.

— *Подсказки для полей.* Когда пользователь размещает курсор на поле, информация об этом поле должна показываться в определённой позиции на экране (строке статуса).

— *Сигнал завершения редактирования.* Когда пользователь заканчивает заполнение всех полей формы, необходимо завершить редактирование и внести изменения в БД. Однако условие завершения процесса не должно срабатывать автоматически, так как пользователь может захотеть пересмотреть введённые данные. Желательно определить специальную операцию завершения ввода (например, кнопку).

Прототипирование

Прототипирование — это построение рабочей модели системы приложения БД. Т.е. прототип — это рабочая модель, которая не обладает полностью всеми необходимыми функциональными возможностями. Однако прототипирование позволяет пользователям заранее определить те особенности системы, которые в будущем могут вызывать не совсем корректные ситуации, и, если это возможно, предложить способы её усовершенствования.

Тестируя и изучая реакции пользователя на прототип, можно понять, в чём представления пользователя о будущей системе расходятся с тем, что реализовано в соответствии со спецификацией.

Стадии прототипирования показаны на рис. 12.12.

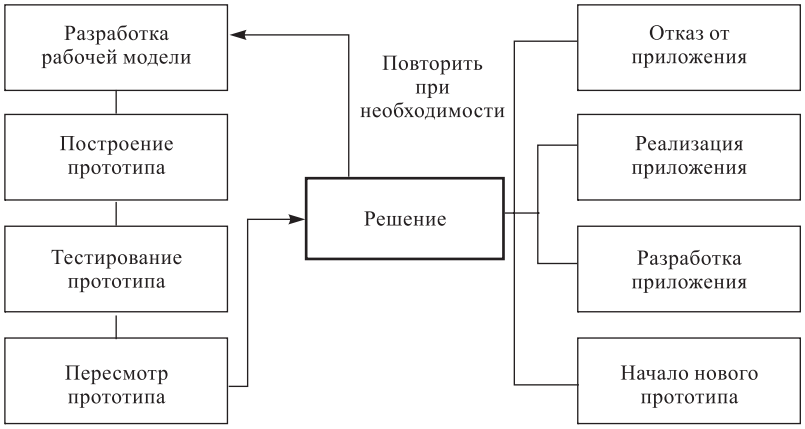


Рис. 12.13. Метод разработки прототипа

Прототипирование — очень эффективный метод разработки для отдельных случаев. Например, прототипирование может оказаться полезно, когда требуется уточнение требований пользователя перед полной реализацией такой системы БД, которая требует очень высоких затрат, риска или использует новые технологии.

Реализация

Эта стадия включает физическую реализацию БД и разработку приложения. На завершающих стадиях дизайна (в который не всегда включается прототипирование) уже известно, каким же образом реализуется БД и приложение. БД реализуется с использованием DDL (языка описания данных) выбранной СУБД. Операторы DDL используются для создания пустых структур БД. Любые специфические пользовательские отображения (View) также определяются на этой стадии.

Приложение БД чаще всего реализуется с использованием языков 3-го и 4-го поколения. Часть приложения, связанная с транзакциями БД, реализуется с использованием DML (языка манипуляции данными) выбранной СУБД. В некоторых современных СУБД операторы DML могут встраиваться в качестве расширения в язык программирования, используемый инструментами разработки приложения данной СУБД (например, C, Pascal, Ada).

Кроме того, необходимо реализовать другие компоненты приложения, а именно: экранные меню, формы для ввода данных и отчёты. СУБД может иметь свой собственный язык 4-го поколения и инструменты к нему, которые реализуют быструю разработку приложения благодаря реализации визуального (а не процедурного) конструирования запросов, получения отчётов, проектирования форм и генерации приложения.

Контроль целостности и безопасности данных для приложения может быть также реализован автоматически. Некоторые элементы контроля осуществляются с использованием DDL (например, задание механизмов доменной целостности), другие — без его использования, а, например, с помощью поддерживаемых СУБД утилит (используя такие утилиты, допустим, DBA — администратор БД — может назначать группы пользователей и права доступа). Для более «примитивных» СУБД такие механизмы необходимо реализовать на программном уровне самому разработчику приложения.

Перенос данных

Эта стадия требуется тогда, когда БД существовала и прежде, но, возможно, была реализована с применением другой СУБД. Однако уже существуют используемые массивы данных (хранящиеся в другом формате). Желательно обеспечить перенос этих данных из старой в новую БД. Сейчас в большинстве случаев системы баз данных снабжаются специальными утилитами, которые загружают существующие файлы в новую БД. Эти утилиты обычно требуют спецификации типа исходного файла и целевой БД и автоматически конвертируют данные в требуемый формат.

Ввиду эволюции бизнес-процессов, разного уровня охвата и разных способов хранения и представления информации разными системами перенос данных часто бывает проблематичным и требует дополнительных усилий от разработчиков.

Тестирование

Тестирование — это процесс выполнения реализованной программы с целью обнаружения допущенных ошибок.

Перед тем как начать работать, вновь созданное приложение БД должно быть тщательно протестировано. Существуют различные стратегии тестирования:

— *Тестирование сверху вниз.* Начинает с верхнего уровня, проверяя вначале работу в общем, затем каждый модуль в отдельности и каждую операцию внутри каждого модуля.

— *Тестирование снизу вверх*. Противоположно предыдущей стратегии.

— *Тестирование по потокам.* Применимо в основном для систем реального времени, характеризующихся множеством происходящих одновременно корпоративных процессов. Такие системы сложны для тестирования, так как невозможно предусмотреть заранее последовательность выполняемых операций. Стратегия тестирования по потокам позволяет разбить систему на отдельные процессы, с тем чтобы протестировать каждый процесс в отдельности.

— *Стресс-тестирование.* Некоторые системы разрабатываются с учётом возможной минимальной и максимальной загрузки. Чтобы определить, может ли система выдержать указанные параметры, разрабатывается система стресс-тестов, в которых нагрузки на систему постепенно увеличиваются до тех пор, пока система не откажется работать.

Таким образом, систематическое выполнение всех этапов, описанных выше, позволяет избежать большинства организационных и административных трудностей при разработке медицин-

ской информационной системы. Что касается технических аспектов, то можно выделить два концептуальных уровня рассмотрения информационной системы: *уровень управления данными и уровень архитектуры приложения*. Для каждого из них необходимо выработать концепцию построения системы и выбрать оптимальную среду и инструментальные средства разработки. Явное отделение архитектуры данных от архитектуры приложения позволяет упростить процесс разработки и уменьшить количество взаимозависимостей между разработчиками.

Глава 13
ЛАБОРАТОРНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Настоящая глава посвящена обзору сферы лабораторных информационных систем (ЛИС). Даются основные определения, формулируются функции и требования к ЛИС, рассматривается история и текущее положение в данной сфере. Кратко затрагиваются вопросы разработки и эксплуатации ЛИС.

13.1. Определение и функции ЛИС

При современном уровне развития лечебно-диагностического процесса требуется оперативный доступ к многообразной информации, получаемой в лаборатории. Средством достижения этого служат лабораторные информационные системы. Наряду с англоязычным термином «Laboratory Information System» (LIS) и соответствующим ему русским «лабораторная информационная система» существует термин «Laboratory Information Management System» (LIMS), который переводится как «лабораторная информационная управляющая система» или «лабораторная система управления информацией».

Первый перевод скорее смысловой и делает упор на роль системы в управлении работой лаборатории, тогда как второй ближе к источнику по смыслу. Встречается и русифицированный вариант аббревиатуры LIMS — ЛИМС (лабораторные информационно-менеджментские системы) [Манилевич].

Далее для обозначения информационных систем такого класса будем использовать термин «лабораторные информационные системы» — ЛИС.

Лабораторная информационная система — это информационная управляющая система, созданная специально для автоматизации деятельности лаборатории [Gibbon, 1996].

Обычно ЛИС обеспечивает подключение лабораторного аналитического оборудования к одной или нескольким рабочим станциям или персональным компьютерам (PC). Такое обору-

дование — например, анализатор — используется для сбора данных. Интерфейс к этому оборудованию — например, интегратор — используется для передачи данных от анализатора к PC, где эти данные преобразуются в осмысленную информацию. Далее эта информация обрабатывается и по ней готовятся разнообразные отчёты.

Типичные функции ЛИС заключаются в следующем:

— регистрация образцов;
— ввод нормативных документов;
— распределение образцов в обработку и автоматическое создание аналитических листов;
— ввод результатов анализов;
— отслеживание процесса проведения анализов;
— автоматическое создание сертификатов анализа;
— создание различных отчётов.

Полнофункциональная ЛИС должна не только контролировать все информационные процессы в лаборатории — от оприходования образцов до составления выходных отчётов, но и обеспечивать взаимодействие с информационной системой управления учреждения.

Сегодня ЛИС рассматривается как неотъемлемая часть информационной стратегии организации здравоохранения, как система, поддерживающая выполнение всех функций определённой рабочей группы в её составе [Gillespie, 1997]. Каждый участник этой рабочей группы может использовать общую информацию специфическим образом, в зависимости от своих функциональных обязанностей.

13.2. Актуальность автоматизации лабораторной деятельности

Основная задача лабораторной службы заключается в максимальном удовлетворении клинических подразделений лечебных учреждений лабораторной информацией необходимого качества и количества по всей номенклатуре показателей с минимальными сроками выполнения и получения результатов лечащими врачами [Никушкин и др., 1998]. Возрастающая потребность клиницистов в анализах в настоящее время привела к тому, что удельный вес лабораторных анализов в общей структуре диагностических процедур в крупной многопрофильной больнице достигает 90 %, причём число исследований увеличивается.

Постоянно расширяется номенклатура лабораторных показателей, общее количество которых сегодня достигает 400 [Ни-

кушкин и др., 1998]. Это приводит к необходимости совершенствования деятельности лаборатории как в структурно-организационном отношении, так и в направлении повышения её производительности, качества и надёжности исследований. Решение такой задачи может достигаться различными методическими, организационными и техническими средствами, одним из которых является автоматизация и комплексная механизация лабораторного процесса путём внедрения приборов-автоматов, специализированных систем анализа, компьютерной техники и создаваемых на их базе автоматизированных лабораторных систем.

Последние достижения в области лабораторного оборудования, как, например, использование автоматических анализаторов, управляемых микропроцессорами либо компьютерами, позволили значительно увеличить возможности лаборатории по проведению анализов. Эти приборы создают значительные объёмы информации, которые должны обрабатываться персоналом, что заставляет всё больше внимания уделять информационному менеджменту.

Результаты лабораторных тестов являются важным источником диагностической информации для современного уровня организации лечебно-диагностического процесса. По мировой статистике, на протяжении последних десятилетий использование клинических лабораторных исследований увеличивалось экспоненциально, и этот рост продолжается. Важность внедрения в современный лечебно-диагностический процесс лабораторной информационной системы и систем лабораторной автоматизации подтверждается тем, что лаборатория занимает важное место в структуре диагностических исследований пациента как по количеству исследований, так и по клинической значимости результатов тестирования.

Имеющиеся предложения ЛИС покрывают широкий диапазон возможностей и цен — от систем стоимостью в несколько тысяч долларов, работающих на одном персональном компьютере, до систем, предназначенных для огромных мейнфреймов и оцениваемых в миллионы долларов.

В настоящее время насчитывается около 50 различных производителей подобного рода систем. Такая густонаселённость этого сектора рынка и готовность лабораторий инвестировать в установку этих систем определяется высоким экономическим эффектом от их использования.

Качество лабораторной диагностики зависит не только от точности результатов исследований, но и от своевременности выполнения исследования и доступности результатов. Компьютеры,

лабораторные информационные системы и системы автоматизации — это те технологические достижения, которые широко применяются в лабораториях как для выполнения большого объёма исследований, так и для правильной их интерпретации.

Представим данные по стоимости различных стадий обработки проб в общей стоимости анализа (данные консалтинговой компании Miles Diagnostics) [АМП] — табл. 13.1.

Таблица 13.1

Стоимость различных стадий обработки проб

Стадия обработки	**Стоимость (% от общей стоимости анализа)**
Назначение врачом исследования	9 %
Подготовка пробы	19 %
Интерфейс с анализатором	28 %
Обработка пробы анализатором	35 %
Выдача результатов	9 %

При составлении таблицы учитывалось, что назначение врачом исследования и взятие пробы включает в себя забор пробы у пациента, регистрацию пациента и пробы (процедуры регистрации) и транспортировку пробы в лабораторию. Подготовка пробы включает стоимость ввода информации, сортировки, деления, центрифугирования и стоимость необходимых расходных материалов. Интерфейс с лабораторным анализатором включает создание рабочей таблицы загрузки анализатора, передачу её в прибор и получение результатов тестирования из прибора. Обработка пробы анализатором включает капитальные затраты на приобретение оборудования, реагенты, контрольные исследования и повторные исследования. Выдача результатов включает суммарную стоимость архивирования, перемещения, размещения и выдачи результатов лабораторного тестирования.

Применение систем лабораторной автоматизации влияет на стоимость таких компонентов, как подготовка пробы, интерфейс с лабораторным анализатором и выдача результатов. При выборе устройств и систем автоматизации необходимо учитывать фактор не абсолютной стоимости приборов и систем, а стоимости проведения одного теста с их использованием.

Распределение времени на выполнение различных операций при проведении лабораторного тестирования представлено в табл. 13.2 [АМП; Меркуленко, 1999].

Таблица 13.2

Распределение времени на выполнение операций при проведении лабораторного тестирования

Операция	Время (% от общего времени проведения анализа)
Приём проб (взятие проб, доставка в лабораторию)	20 %
Регистрация, предварительная обработка проб (сортировка, деление, центрифугирование)	37 %
Обработка на анализаторе (интерфейс к анализатору)	25 %
Просмотр (проверка результатов)	7 %
Создание записи (ввод в компьютер)	7 %
Доведение результатов	4 %

Приём проб охватывает время от забора пробы у пациента до момента, когда проба получена в лаборатории. Предварительная обработка проб суммирует время, необходимое для выполнения различных процедур с пробой перед проведением собственно тестирования на приборе, т. е. сортировки, деления пробы во вторичные пробирки, центрифугирования. Обработка на анализаторе включает время от загрузки пробы в анализатор до получения аналитического результата. Просмотр — это время, требуемое для подтверждения лабораторного результата (включая усреднённое время на проверку результатов контрольных исследований). Создание компьютерной записи — время до момента, когда подтверждённый результат вводится в лабораторную информационную систему. Посылка — это время, необходимое для информирования врача о результатах лабораторного тестирования либо при помощи документа, либо по телефону, либо через компьютерную систему.

Анализ приведённых данных показывает, что значительную часть времени — 57 % (20 % + 37 %) — занимают процедуры, входящие в преданалитический этап проведения лабораторного тестирования. Таким образом, наибольшую эффективность даёт использование устройств и систем автоматизации для преданалитического этапа тестирования.

Для повышения производительности труда персонала лаборатории на аналитическом и постаналитическом этапах эффективным является использование лабораторной информационной системы, причём для обработки на лабораторном анализаторе ключевым моментом повышения производительности является

наличие интерфейса для подключения анализатора к лабораторной информационной системе.

Несмотря на имеющиеся трудности, в России и странах СНГ процесс технического переоснащения лабораторий не остановился: внедряются новые современные методы, аналитические приборы и вычислительная техника. Однако эффективное использование возможностей современного аналитического контроля и компьютерной техники остаётся невозможным ввиду применения в лаборатории «старой» системы обработки информации, которая ориентирована на классические методы анализа со сбором и обработкой данных вручную, с многочисленными записями в журналах исполнителей разного уровня.

Каковы же основные недостатки «старой» системы? К ним можно отнести:

- отсутствие оперативности при передаче информации о результатах анализов;
- многократное переписывание одной и той же информации вручную различными исполнителями;
- невозможность оперативного управления лабораторией, трудоёмкий доступ к исходным данным;
- значительные затраты времени при обработке и расчёте долгосрочных характеристик качества продукции;
- несоответствие требованиям стандарта ISO9001 (международный стандарт качества, принятый в настоящее время как государственный стандарт и в России).

Понимание этих проблем ещё 10 лет назад привело к тому, что ряд аналитических лабораторий крупных предприятий приступили к созданию собственных лабораторных систем управления информацией силами АСУ на вычислительной технике того времени. Сегодня, когда изменилась идеология построения информационных систем и возникли требования интеграции подобных систем, предприятия отказываются от их эксплуатации. При современной динамике развития вычислительной техники всем понятно, что создание новых, современных информационных систем и поддержание их работоспособности собственными силами предприятия потребует неоправданно больших затрат, поэтому растёт интерес к уже готовым решениям.

Использование лабораторной информационной системы в работе лаборатории способствует повышению клинической значимости лабораторной диагностики за счёт реализации современных технологий и алгоритмов лабораторной диагностики. Снижается себестоимость лечения за счёт повышения обоснованности назначений на лабораторную диагностику, уменьшения количе-

ства лабораторных тестов, не представляющих клинического интереса, и возможности эффективного выполнения лабораторией большего числа заявок на диагностику, так как ЛИС решает проблему автоматизированной обработки большего количества проб.

Лаборатория получает возможность более адекватно соответствовать современному уровню организации лечебно-диагностического процесса. ЛИС значительно освобождает лабораторию от рутинных исследований, и лаборатория имеет возможность на следующих за внедрением ЛИС этапах сосредоточить своё внимание на новых направлениях и методах лабораторной диагностики. Лабораторная диагностика становится управляемой благодаря возможности внедрения современных технологий лабораторного тестирования.

13.3. История развития ЛИС

Прежде всего, самый главный продукт, производимый любой лабораторией, — это информация. Возможности лаборатории по проведению аналитических измерений (или по созданию информации) основываются на постоянно усложняющихся измерительных системах [Манилевич].

В течение последних тридцати лет автоматизация экспоненциально увеличила количество данных, создаваемых лабораторией при проведении измерений. Ниже мы рассмотрим хронологическую последовательность изобретений, повлиявших на появление и использование компьютеров в лаборатории.

Прогресс в автоматизации лаборатории развивался параллельно с техническими и коммерческими достижениями в области вычислительной техники. Самые первые компьютеры 60-х были чрезвычайно дороги, и для работы с ними требовались высококвалифицированные специалисты. Тогда только самые крупные организации могли позволить себе их использование. Работа таких компьютеров тщательно планировалась и весьма серьёзно контролировалась. Доступ к ним был очень ограничен.

С течением времени технологический прогресс значительно увеличил возможности компьютеров и их производительность. В то же самое время стоимость компьютеров значительно уменьшилась. Возможности ранних компьютеров стоимостью в миллионы долларов сравнимы с возможностями современных бытовых калькуляторов. Всё это открыло путь к использованию компьютеров для автоматизации работы.

Использование компьютеров в лаборатории прошло следующие стадии [Gibbon, 1996; Манилевич]:

1. Начало использования компьютеров в лабораториях связано с автоматизацией трудоёмких и утомительных операций, выполняемых вручную или с помощью механических калькуляторов. Компьютеры обеспечили более высокую степень точности, уменьшение количества ошибок, а также значительное уменьшение трудозатрат. Первые приборы были обычными механико-оптическими устройствами. Данные каждого измерения индивидуально записывались на бумагу или плёнку. Управление прибором, а также запись всех сопутствующих данных требовали значительных усилий. Появление электронного управления приборами в 60-х годах позволило значительно уменьшить количество ручного труда, необходимого для выполнения аналитических измерений.
2. Первые ЛИС разрабатывались для внутреннего использования самими организациями, желавшими модернизировать процессы сбора данных и составления отчётов. Разработка таких ЛИС требовала значительных ресурсов и занимала много времени. Достижения в области аналитических приборов значительно расширили возможности лабораторий. Это было обеспечено благодаря электронному управлению и интеграции измерительных приборов с компьютерными системами управления и сбора данных.
3. В 70-е годы потребность в более оперативных решениях вывела ЛИС на новый этап развития. В это время начали появляться заказные системы, сделанные по техническим условиям заказчика. Эти ранние заказные системы были единичными продуктами, сделанными независимыми разработчиками для конкретных лабораторий.
4. Параллельно с этими заказными ЛИС производились попытки создать и коммерческие ЛИС-продукты. Значительные усилия в этом направлении привели к появлению в начале 1980-х первых коммерческих решений. Эти коммерческие ЛИС были закрытыми системами, часто они разрабатывались самими производителями анализаторов. Такие коммерческие системы обычно требовали значительных усилий по настройке на специфику конкретной лаборатории. В частности, лаборатории часто используют специфические форматы выходной документации, бизнес-процессы в них также могут существенно варьироваться.

В итоге настройка на специфику лаборатории увеличивает цену коммерческой ЛИС и растягивает время внедрения.

5. Параллельно с развитием коммерческих ЛИС шло развитие всей компьютерной индустрии: росли вычислительные мощности компьютеров, расширялись возможности системного и прикладного ПО, уменьшалась цена персональных компьютеров и рабочих станций. Это развитие, соответственно, отражалось и на разработках в области лабораторных информационных систем. Результатом явился переход в 1990-х от закрытых к открытым системам, которые могут легко конфигурироваться под заданные требования.
6. Сегодня коммерческие ЛИС обладают широкими возможностями в части гибкости и функциональности. Многие популярные ЛИС используют преимущества открытых архитектур и платформ для обеспечения клиент-серверных возможностей и лёгкого доступа к лабораторной информации. Многими производителями сегодня предлагаются ЛИС, основанные на веб-технологиях, а также веб-интерфейсы к существующим ЛИС. Развитие информационных технологий вместе с повышением скорости и сложности аналитического оборудования ведёт к созданию всё более сложных механизмов обработки и хранения данных, а в конечном итоге — к повышению точности и эффективности работы лабораторий.

Наиболее значительные события в истории развития ЛИС [Gibbon, 1996]:

1980. В небольшом числе лабораторий для собственного использования были созданы примитивные информационные системы. Появились предложения от независимых поставщиков на создание заказных ЛИС.

1982. Представлены первые коммерческие ЛИС (ЛИС 1-го поколения). Эти системы объединяли функции лаборатории в одном центральном миникомпьютере, чем обеспечивался значительный рост производительности и функциональности лаборатории. Также в ЛИС 1-го поколения впервые появилась возможность автоматизированного составления отчётов.

1988. Появились ЛИС 2-го поколения. Они базировались на реляционных СУБД независимых производителей. Большинство ЛИС 2-го поколения ориентировались на миникомпьютеры, но начали появляться и системы для ПК.

1991. Движение в сторону открытых систем привело к появлению ЛИС 3-го поколения, которые объединяли в клиент-

серверной архитектуре доступный интерфейс ПК и набор стандартных утилит с мощностью и защищённостью серверов, базирующихся на миникомпьютерах. Клиент-серверная архитектура разделила процесс обработки данных между рядом клиентов и сервером, на котором работала реляционная СУБД.

1995. ЛИС 4-го поколения ещё больше децентрализовали клиент-серверную архитектуру, оптимизируя таким образом разделение ресурсов и сетевой трафик при помощи механизма распределённых вычислений (процесс обработки информации мог производиться в любой точке сети).

1996. Появились ЛИС, использующие веб-технологии и мобильные вычислительные устройства.

1997. Американское Управление по пищевым продуктам и лекарственным средствам (US Food and Drug Administration, FDA) выпустило часть 11 постановления 21 CFR (Code of Federal Regulations), которая устанавливает правила для электронных подписей в ЛИС.

1998. Появились ЛИС с поддержкой технологии GPS (Global Positioning Satellite) для мгновенного определения географического положения образца в момент его регистрации в системе.

1999. Появилась первая интернет-ЛИС, размещающаяся целиком на сервере производителя, доступ к которой пользователи получали через Интернет по безопасным каналам. Доступ оплачивался на повременной основе (каждый месяц).

В России одним из первых учреждений, начавших работу над ЛИС, стал лабораторный центр Центральной клинической больницы УД Президента РФ [Никушкин и др., 1998]. В своё время он был основным полигоном для внедрения систем автоматизации лабораторного процесса. Именно здесь в 1975 году была разработана первая автоматизированная система для биохимической лаборатории. Затем были разработаны и внедрены системы других лабораторий (клинической, иммунологической и др.), часть из них была связана с центральной клинической иммунологической системой с помощью подсистем заказов и передачи результатов [Емелин, 1996а].

13.4. Требования к современной ЛИС

Современная информационно-управляющая лабораторная система должна обладать следующими возможностями [АМП]:

— поддержка интерфейсов с лабораторным оборудованием и устройствами автоматизации;
— возможности использования систем идентификации проб;

— модульность, расширяемость и гибкость при настройке пользователем прикладной части;
— возможность использования технологий *рабочих потоков (workflow)* для организации эффективной вычислительной среды в лаборатории;
— применение баз данных правил для настраиваемой пользователем автоматизированной интерпретации результатов лабораторной диагностики.

Помимо этих функций, формирующих базовую функциональность системы, современная ЛИС должна иметь ещё ряд совершенно необходимых свойств, от которых зависит успех её внедрения и перспективность [Никушкин и др., 1998]. Рассмотрим их подробнее.

ОТКРЫТОСТЬ

Обеспечение открытости информационной системы отражает задачу интеграции разрабатываемой ИС с уже существующими (и разрабатываемыми) ИС, а если рассмотреть проблему в более общем плане — это интеграция разрабатываемой ИС в уже существующую инфраструктуру предметной области, в которой ей предстоит работать [Ермаков и Лапшин, 2002]. Здесь в понятие «инфраструктура предметной области» в первую очередь входит совокупность промышленно эксплуатируемых и разрабатываемых ИС и стандартов обмена и представления информации. Этот аспект особенно важен для ИС, нацеленных на коммерчески успешное продвижение и существование на современном информационном рынке.

Пользователям сегодня необходимо программное обеспечение, построенное по принципу «включил — работает» («plug-and-play») [Gillespie, 1996]. Часто ЛИС оперирует данными, необходимыми также и для работы разнообразных корпоративных и специальных информационных систем предприятия, и поэтому она должна легко с ними интегрироваться. Иначе в информационных потоках организации неизбежно будут возникать узкие места. Средством интеграции помимо прочего могут быть и веб-технологии.

Однако, по словам доктора Рейнольда Шафера (Dr. Reinhold Schaefer, Весбаденский университет, Германия) [Gillespie, 1996], концепция «plug-and-play»-функциональности, особенно при использовании подсистем сторонних производителей, оказывается бесполезной, если в составе ЛИС отсутствуют средства сбора данных. Важной частью этой проблемы является доступ к внутренним ресурсам и внутренним системам. Необходимо

обеспечить поддержку процесса сбора данных (например, касающихся параметров калибровки инструментов) из других ресурсов компании, являющихся внешними по отношению к ЛИС. При проектировании современной ЛИС нужно учитывать все эти требования.

ИНТЕГРАЦИЯ С ERP И МИС

Полнофункциональная ЛИС должна обеспечивать взаимодействие с системой планирования ресурсов предприятия (Enterprise Recourse Planning Systems, ERP), к классу которых можно отнести и МИС [Манилевич].

Можно выделить *два основных направления компьютеризации деятельности лаборатории* [Никушкин и др., 1998]. *Первое* предусматривает использование компьютеров для автоматизации информационных и технологических процессов внутри лабораторий, внедрение автоматизированных информационных и информационно-технологических лабораторных систем, в функции которых входят:

- регистрация биоматериала и заказов на его исследование, распределение заказов по участкам лаборатории, регистрация и оформление результатов исследований, оперативный и ретроспективный анализ деятельности лаборатории;
- автоматизация выполнения исследований, включая ввод и обработку данных с автоматических анализаторов, управление процессом и проверку функционирования автоматов, составление отчётов о загрузке оборудования;
- контроль качества лабораторных исследований, выявление и исправление ошибок по источникам их возникновения, оценка точности и правильности аналитических результатов, их статистическая обработка;
- учёт поступления и использования химреактивов, оборудования и принадлежностей к нему.

Целью создания подобных систем является повышение производительности труда и качества исследований, использование расходных материалов, сокращение рутинных трудозатрат персонала лаборатории.

Второе направление использования компьютеров в деятельности лабораторной службы связано с решением проблем взаимодействия лабораторий с клиническими (лечебными) отделениями стационара (поликлиники) на базе интегрированной автоматизированной информационной системы лечебного учреждения (МИС). Это направление включает автоматизацию процессов

оформления назначений на лабораторные исследования и передачи результатов в клинические отделения, внедрение консультирующих систем для лечащих врачей по вопросам лабораторной диагностики. В рамках этого направления решаются следующие задачи:

- заказ лабораторных исследований с компьютеров в клинических отделениях, выдача результатов исследований на эти компьютеры;
- создание банка данных с результатами лабораторных исследований, доступного лечащим врачам для оперативного использования;
- автоматизированная поддержка врачебных решений: предоставление программ обследования пациентов, схем лабораторных назначений, методических указаний по интерпретации результатов исследований.

Успешное решение этих задач необходимо в первую очередь лечащим врачам. Оно в итоге приводит к уменьшению времени оборота заказов на исследования, сокращению количества необоснованных анализов и более полной и правильной интерпретации результатов.

До последнего времени как в российских, так и в зарубежных лечебно-профилактических учреждениях основное внимание уделялось работам первого направления, то есть внутренней автоматизации лабораторной службы, а второе направление — автоматизация заказов лабораторных исследований — не получило сколько-нибудь заметного распространения вне стен университетских и специализированных медицинских центров. Непрекращающийся рост стоимости лечения, однако, заставляет зарубежные клиники всё более активно заниматься задачей автоматизации заказа лабораторных исследований. Можно ожидать, что с появлением современных корпоративных вычислительных сетей в ряде российских лечебно-профилактических учреждений и с установкой достаточного числа компьютеров в клинических отделениях эта задача будет не менее актуальной и для отечественного здравоохранения.

Таким образом, развитая подсистема заказа исследований в МИС должна обеспечивать возможность передачи заказа во все существующие и вновь разрабатываемые лабораторные информационные системы. Для этого, в свою очередь, требуется стандартизация содержания и форматов обменов между клиническими и лабораторными системами.

Стандартизация взаимодействия

Вопросы стандартизации представления и передачи медицинской информации детально были рассмотрены в Главе 4 «Стандарты медицинской информатики». Как там было отмечено, наиболее широкую область применения, охватывающую больничные информационные системы в целом, имеет стандарт HL7 — первый официальный стандарт медицинской информатики в США. В этом стандарте отражены практически все виды обмена документами в развитой больничной информационной системе, включая учёт движения пациентов, ввод рецептов и заказов, учёт диетпитания, передачу заказов и результатов лабораторных и диагностических исследований, передачу счетов на оплату лечения и т. д. [Hripcsak and Pryor, 1993]. В настоящее время он становится международным стандартом де-факто. Стандарт HL7 является также удобным средством для проектирования медицинских автоматизированных систем, так как в нём подробно описаны содержательные компоненты различных областей медицины.

Указанный стандарт может использоваться в том числе и для интеграции лабораторной информационной системы и других подсистем МИС.

Поддержка автоматизированного заказа лабораторных исследований

Процедура заказа лабораторных исследований является одним из основных звеньев взаимодействия клинических и лабораторных подразделений. В настоящее время в различных ЛПУ используются следующие варианты заказа исследований в автоматизированных лабораториях [Никушкин и др., 1998]:

1. Автоматизированная система заказа в клинических отделениях отсутствует.

В этом случае бланки заказа заполняются вручную и передаются из клинических отделений в лабораторию, где вводятся в лабораторную систему. Результаты исследований распечатываются и отсылаются в отделения. Недостатком такого подхода является наличие существенных трудозатрат лабораторного персонала на ввод бланков, «съедающих» значительную долю эффекта автоматизации внутри самой лаборатории. Затруднено отслеживание динамики результатов исследований пациента, так как в разных заказах его фамилия и другие идентифицирующие данные могут быть считаны и введены по-разному. Врачи-клиницисты фактически не получают от системы ничего нового, за исключением более качественно распечатанных на компьютере (а не заполненных от руки) бланков с результатами.

2. Для автоматизированного заказа в клинических отделениях используется удалённый доступ к подсистемам ввода бланков-заказов лабораторных систем.

В этом случае персонал клинического отделения вводит заказы с помощью тех же программ и в том же стиле, что и сотрудники соответствующей лаборатории. Для получения результатов также используется удалённый доступ к справочным функциям лабораторной системы. Этот подход сравнительно дешёв, так как не требует разработки отдельной подсистемы заказа и подсистемы получения справок. Однако при этом заказ направляется в конкретную лабораторию и не может автоматически учитывать сведения о состоянии здоровья пациента, находящиеся в других информационных системах. Аналогичным образом отдельно по лабораториям, а не интегрально по пациенту просматриваются результаты исследований, что затрудняет их комплексный анализ. Этот подход существенно усложняет ввод заказов из удалённых медицинских учреждений в централизованную лабораторию. Он оправдывает себя в небольших учреждениях, где все исследования выполняются одной-двумя лабораториями с общей информационной системой.

3. Для автоматизированного заказа исследований используется отдельная подсистема ввода заказов и передачи результатов исследований.

Этот подход является единственно возможным для полномасштабной автоматизации лабораторного процесса в крупном медицинском учреждении либо системе медучреждений. Создание специальной подсистемы заказа и передачи результатов обеспечивает максимальное удовлетворение потребностей медицинского персонала клинических отделений, поскольку предполагает создание базы клинических данных, хранящей результаты всех видов лабораторных исследований и позволяющей производить сопоставление результатов разных лабораторных исследований как между собой, так и с другими клиническими данными пациента. Это способствует внедрению систем поддержки принятия решений, ассистирующих врачу в целях оптимизации заказа. Например, включение алгоритмов выбора оптимальных вариантов диагностики в подсистему заказа исследований позволяет лечащему врачу получить необходимую консультацию непосредственно перед оформлением назначений.

Таким образом, вариант с реализацией отдельной подсистемы заказа исследований представляет наиболее полное решение проблем автоматизации лабораторной службы. Автоматизированная система заказа и выполнения лабораторных исследований

имеет значительные преимущества перед традиционной формой организации этого процесса. В лабораториях её внедрение позволяет упростить и ускорить документооборот с клиническими отделениями, отказаться от ведения многочисленных регистрационных журналов и составления трудоёмких отчётов и в целом обеспечить сокращение общей трудоёмкости исследований. С появлением автоматизированной системы заказа клинические отделения получают возможность комплексного анализа результатов исследований, а также улучшения обоснованности и снижения избыточности заказываемых исследований.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ КЛАССИФИКАТОРОВ

Для интеграции результатов исследований, выполненных различными лабораториями, необходимо использовать общую номенклатуру и иметь возможность одинаково интерпретировать результаты этих исследований. Единой и общепризнанной международной номенклатуры лабораторных исследований пока нет, однако в настоящее время применительно к автоматизированным информационным системам всё большую популярность приобретает номенклатура LOINC. На сегодняшний день она включает около 14 тыс. наименований лабораторных и клинических исследований и продолжает активно пополняться (2–3 тыс. исследований в год). Использование номенклатуры LOINC не препятствует применению внутри лабораторных автоматизированных систем собственных классификаторов, но позволяет правильно сопоставить их между собой.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ЗНАНИЙ

При использовании системы поддержки принятия врачебных решений в процессе заказа лабораторных исследований крайне желательна стандартизация формы представления медицинских знаний. Это позволяет не только достичь одинакового понимания и применения решающих правил, но и интегрировать знания экспертов, работающих в разных медицинских учреждениях и исследовательских центрах.

Одно из интересных решений задачи стандартизации представления знаний было предложено Колумбийским пресвитерианским медицинским центром, а именно: хранить знания экспертов в виде специальных медицинских логических модулей MLM (medical logical modules), которые могут передаваться из одного учреждения в другое и встраиваться в различные клини-

ческие информационные системы. Для описания подобных модулей используется специальный язык, называемый синтаксисом Ардена [Tarasov et al., 1995]. Этот язык достаточно прост для овладения врачами. Разработанные на этом языке модули MLM могут включаться в подсистему заказа с целью выдачи врачу подсказок, предупреждений и т. п.

Каждый медицинский логический модуль содержит логику для выполнения единственного медицинского решения. Модули являются независимыми, но могут вызывать друг друга. Каждый модуль включает контекст вызова (evoke slot). Логический слот (logic slot) определяет медицинский критерий и алгоритм. Слот действия (action slot) описывает действия, которые должны быть выполнены, если критерий в логическом слоте истинен.

Результатом выполнения модуля MLM являются клинические сообщения, направляемые лечащему врачу. Они могут предупреждать его о некоторых отклонениях в параметрах больного, либо содержать интерпретацию клинических данных в целях постановки диагноза, либо информировать о том, что пациент удовлетворяет некоторому заранее заданному критерию. Последнее может служить также для контроля качества лечения. Аналогичным образом можно выдавать сообщение, предупреждающее врача о том, что заказываемое исследование имеет предшествующий результат в норме. Такое предупреждение поможет избежать избыточных исследований.

В модуле последовательно отражена следующая информация:
- название и автор модуля;
- цель и содержание модуля;
- формальное описание источника данных;
- логика (например, алгоритм проверки падения гематокрита);
- результирующее действие (например, выдача предупреждения).

Модули MLM выглядят достаточно понятными, их написание доступно врачам после предварительной подготовки. Стандартизация синтаксиса и семантики позволяет интегрировать модули MLM, написанные разными авторами.

О некоторых других аспектах представления медицинских знаний можно прочесть в главе «Стандарты медицинской информатики» в разделе «Стандартизация медицинской терминологии».

ИДЕНТИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛА С ПОМОЩЬЮ ШТРИХОВОГО КОДИРОВАНИЯ

Для более эффективной автоматизации процесса заказа и выполнения лабораторных исследований необходимо использовать более современные средства идентификации образцов биоматериала. Одним из таких средств является маркировка контейнеров с помощью штрих-кодов.

Штрих-код представляет собой ряд вертикальных полосок, по которым с помощью специального сканера (ручного или встроенного в автоматический анализатор) можно считать закодированную информацию. С помощью штрих-кодов можно кодировать номер заказа, дату, идентификатор пациента, перечень назначаемых исследований и другие данные.

Этикетки со штрих-кодами формируются и распечатываются после ввода заказа на этапе получения рабочих листов на забор биоматериала. Они наклеиваются процедурной сестрой на одноразовую пробирку либо набор пробирок с биоматериалом пациента. Для удобства маркировки вид исследования может дублироваться цветом пробирок. Пробирки с взятым у пациента биоматериалом направляются в центральную регистратуру лабораторно-диагностического центра.

Использование штрих-кодов позволяет применить автоматическую систему сортировки пробирок:

— осуществляется сверка информации на пробирках с заказами, поступившими в автоматизированную лабораторную систему из больничной системы, и отбраковка ошибочных проб (неопознанных пробирок, пробирок с недостаточным количеством сыворотки и т. д.);
— оставшиеся рабочие пробы поступают в модуль клонирования проб, где копируются на необходимое количество вторичных пробирок, по которым разливается обрабатываемая сыворотка;
— наконец на заключительном этапе пробирки с образцами сортируются по специальным штативам — биохимическим (отдельно ферменты, электролиты, электрофорез белков и т. д.), иммунологическим (отдельно для обследования на ВИЧ-инфекцию), эндокринологическим, серологическим и т. д. Сформированные штативы в соответствии со своим назначением поступают в лаборатории.

Можно отметить следующие преимущества штрих-кодовой технологии маркировки и регистрации пробирок:

— маркировка биоматериала с помощью штрих-кода практически сводит к нулю вероятность ошибки при идентификации биоматериала и вида исследования;

— использование штрих-кода для кодирования идентификационных данных пациента обеспечивает полную конфиденциальность исследования;
— наличие центральной регистратуры позволяет врачу заказывать набор тестов, необходимых для данного пациента, не задумываясь о том, в каких лабораториях их выполняют;
— процедурная медсестра осуществляет забор крови у пациента одновременно на все назначенные исследования в заведомо достаточном объёме;
— исключается дублирование заказов исследований по венозной крови заказами по капиллярной крови;
— система подтверждения заказа через больничную автоматизированную систему исключает выполнение исследований для несуществующих пациентов;
— примерно в 5 раз сокращается число лаборантов, занятых в утренние часы сортировкой образцов крови (система автоматической сортировки обслуживается одним лаборантом).

13.5. Экономические вопросы создания и эксплуатации ЛИС

Концепции, ориентированные на информатизацию технологического процесса лаборатории, и варианты их реализации в лидирующих ЛИС, бесспорно, оправдывают своё существование. Но одновременно с их развитием набирали силу процессы коммерциализации медицинских лабораторий [АЛТЭЙ]. Из технологического комплекса в составе предприятия лаборатория постепенно становится предприятием в составе холдинга. На первый план выходит экономическая эффективность. Сам факт существования лаборатории в составе медучреждения всё больше определяется экономическим расчётом. Номенклатура и объём исследований из основных параметров внешней по отношению к лаборатории среды становится предметом принятия управленческого решения. Источником обновления основных фондов становится деятельность самой лаборатории. Полностью изменяется контекст работы руководителя лаборатории.

Из начальника производства руководитель лаборатории становится управляющим предприятия, область ответственности которого несравненно шире. Новые функции лаборатории — экономически целесообразное существование на рынке лабораторных услуг. Задачи руководителя — укрепление позиций лаборатории

на рынке за счёт эффективного применения имеющихся ресурсов. Логическим завершением этой организационной трансформации должно явиться разделение традиционных и новых функций управления между несколькими менеджерами, которое уже сейчас наблюдается в коммерческих лабораториях, изначально созданных как предприятия.

Обобщение взгляда на эффективность лаборатории в новых условиях вынуждает пересмотреть и концепцию её информатизации, и требования к ЛИС следующего поколения. В концепции информатизации лаборатории как предприятия отраслевая специфика ограничивается технологическим аспектом. В более широком контексте в полном объёме применима концепция корпоративных информационных систем, очевидно, с поправкой на то, что даже при штате в несколько десятков человек лаборатория — это малое предприятие.

К сожалению, существуют «невидимые» расходы, связанные с каждой внедряемой ЛИС [Манилевич]. В дополнение к покупке компьютеров и программного обеспечения дополнительные средства требуются на:

- усилия разработчиков ЛИС по адаптации купленной ЛИС к условиям работы конкретной лаборатории, которые не являются частью приобретаемой системы;
- обучение персонала для поддержки работы системы;
- контракты по обслуживанию ЛИС;
- различные расходные материалы, необходимые для работы ЛИС.

Часто эти дополнительные расходы могут превышать стоимость приобретаемой ЛИС. Поэтому требуется всесторонняя экономическая оценка новой технологии и её внедрения.

ЛАБОРАТОРИЯ КАК МАЛОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ: НОВЫЕ ЗАДАЧИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Взаимодействие с физическими лицами

Первая и главная задача любого предприятия — качественное обслуживание. Традиционная для лаборатории технологическая составляющая этой задачи важна здесь, как никогда ранее. Однако со стороны пациента процесс взаимодействия представляется иначе. Пациент видит наличие или отсутствие очереди на приёме заказов, то, насколько быстро и чётко организован приём, и то, насколько удобно для него получение результата. В качестве образца здесь можно воспользоваться достижениями систем розничной торговли:

— пропускная способность системы приёма рассчитывается на пиковую нагрузку (увидев очередь один раз, посетитель навсегда может стать клиентом других лабораторий);
— приём заказа и платежа происходит в одном месте (клиент не должен перемещаться между регистратурой и кассой, по нескольку раз объясняя, зачем он пришёл). Предусмотрено оказание услуг на дому;
— ритмичность приёма не должна нарушаться законным желанием клиента внести изменение в заказ;
— в любой момент клиент может запросить справку о ходе выполнения заказа, запросить результаты лично, по факсу или электронной почте;
— любой выдаваемый клиенту документ должен не только выполнять свою функцию, но также подчёркивать значимость клиента и одновременно продвигать торговую марку обслуживающей организации.

Взаимодействие с корпоративными клиентами

Действующие в жёстких рыночных условиях коммерческие медицинские организации, в свою очередь, предъявляют ещё более жёсткие требования к исполнителю лабораторных исследований. Наиболее важные из них:

— Гибкость механизма ценообразования и условий платежа. Вследствие большого разнообразия организационных форм заказчиков лабораторных исследований возникает соответствующее разнообразие вариантов ценообразования и условий платежа. Ведение счетов корпоративных клиентов с учётом индивидуальных вариантов взаимодействия по мере роста количества клиентов оборачивается серьёзной задачей финансового учёта.
— Чёткое соблюдение регламента обслуживания: соблюдение сроков исследований, эффективность технологии приёма заказов и передачи результатов. Пиковые нагрузки при обработке заказов корпоративных клиентов могут в десятки раз превышать среднестатистические. Требуются принципиально новые технологические решения в области регистрации и обработки заказов. Во избежание нарушений регламента и решения спорных вопросов необходимо обеспечить учёт и контроль длительности каждого этапа прохождения заказа: от забора материала и транспортировки пробы до получения результата заказчиком.
— «Прозрачность» деятельности лаборатории для корпоративного клиента. Клиент должен иметь возможность опе-

ративно получить сведения по широкому кругу вопросов: текущие цены, детализация счетов, стадия прохождения конкретного заказа и т. д. В информационном взаимодействии с корпоративными клиентами намечается переход от реагирования на запросы клиентов по телефону к предоставлению им доступа непосредственно к информационным ресурсам лаборатории.

Хозяйственный учёт

Экономическая деятельность должна основываться на величинах нормативных и фактических издержек, основные составляющие которых для лаборатории — расход реактивов и заработная плата. Как следствие возникает потребность в организации полноценного складского, кадрового и других видов учёта.

Маркетинговая политика

Ключевыми составляющими ведения активной маркетинговой политики являются, во-первых, механизм оперативного анализа продаж, во-вторых, механизм управления прейскурантом по результатам анализа. Названные аспекты маркетинговой политики нуждаются в информационной поддержке уже в самых простых случаях. Например, требуется ежемесячно контролировать динамику по нескольким десяткам позиций прейскуранта и нескольким десяткам корпоративных клиентов. Полученное разнообразие вариантов уже не укладывается ни в уме, ни на бумаге. В то же время упрощённый анализ, например только по позициям или только по клиентам, уже не отражает картину в целом.

Планирование производства

Рынок лабораторных услуг находится в стадии становления, исключающей долгосрочное планирование. Лаборатории имеют достаточный запас производительности относительно средней загрузки, поэтому такие явления, как невозможность обработки потока заказов, возникают редко. Соответственно и задачам планирования придаётся меньше значения по сравнению с остальными перечисленными. Однако в наиболее крупных лабораториях уже начинают появляться элементы планирования. В перспективе планирование и соответствующие информационные системы, так же как и в других областях экономической деятельности, станут играть решающую роль в организационной и информационной структуре лабораторий.

ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ПУТЁМ КОМБИНАЦИИ ФУНКЦИЙ ЛИС И ДРУГИХ СИСТЕМ

Излишне напоминать, что выполнить перечисленные в предыдущем разделе требования без информатизации принципиально невозможно. Если раньше можно было обсуждать вопрос: «Какую ежемесячную экономию даёт использование ЛИС?», то в новых условиях информационные системы — такое же средство производства, как лабораторное оборудование, без них нет конечного продукта, адекватного потребностям рынка.

Перечисленные задачи относятся к далёким друг от друга предметным областям, и их невозможно выполнить в полном объёме с помощью одной системы. Обязательно потребуется комбинация систем разного профиля или использование многомодульной информационной системы. Рассмотрим, какого типа информационные системы используются для выполнения перечисленных задач информатизации. Это традиционный набор для автоматизации предприятия:

- технологический процесс лаборатории — ЛИС;
- обслуживание частных лиц — торговый терминал;
- работа с корпоративными клиентами — система управления отношениями с клиентами;
- финансовый учёт — бухгалтерская система;
- материальный учёт — система складского учёта;
- заработная плата — система управления персоналом;
- снабжение — система управления поставками;
- маркетинговая политика — система управления стоимостью, система оперативного анализа продаж;
- планирование — система планирования ресурсов предприятия.

Естественно, что для конкретной лаборатории на конкретном этапе развития, во-первых, наиболее остро стоят лишь некоторые из перечисленных задач, во-вторых, степень необходимой проработки этих направлений может варьироваться, в-третьих, одномоментное внедрение всего комплекса — задача слишком сложная как в финансовом, так и в организационном отношении. Перечисленные факторы приводят к тому, что в каждом конкретном случае организационная структура лаборатории и обеспечивающая её информационная инфраструктура развиваются поразному. В то же время, на любом этапе следует осознавать направление и конечную цель развития, по возможности избегая тупиковых вариантов.

Например, сначала прейскурантом, оформлением договорных документов и расчётами с клиентами наряду с прочими задачами управления занимается руководитель лаборатории. По мере роста объёма документации принимается решение о создании отдельной штатной единицы. Далее, по мере дальнейшего роста объёма информации и формализации процесса ведения отношений с клиентами, возникает задача автоматизации. Требования к информационной системе сначала ограничиваются автоматизацией создания сложившегося набора документов в уже существующей системе. В дальнейшем требования расширяются до коренного преобразования документооборота и перехода к взаимодействию с клиентами через Интернет. И здесь, как правило, требуется уже специализированная система.

Аналогично эволюционирует роль ЛИС. Сначала ЛИС является единственной информационной системой лаборатории, предоставляющей сведения той или иной направленности в виде журналов и отчётов. Для зачаточных форм учёта характерна необходимость значительной ручной переработки информации из выходных документов для получения первичных документов того или иного вида учёта. По мере развития некоторого вида учётной деятельности развиваются и соответствующие выходные документы ЛИС, делая область её использования всё более широкой и неопределённой. Далее одна за другой начинают появляться специализированные бухгалтерские, складские, кадровые и т. п. системы, в окружении которых ЛИС обретает чёткую позицию системы автоматизации технологического процесса, а вместо разнообразных статистических отчётов ЛИС возникают механизмы передачи данных в другие системы. В окончательном варианте ЛИС вместе с другими информационными системами образуют органичное целое — корпоративную систему лаборатории.

Глава 14
ИНТЕРИН

В предыдущих главах речь шла главным образом о теории. Что получится, если на основе этой теории, не отрываясь от практики, попробовать построить медицинскую информационную систему?

В этой главе рассказывается о технологии Интерин построения интегрированных медицинских информационных систем.

14.1. История

В 1994 году Институтом программных систем РАН и Медицинским Центром Банка России было принято решение о совместной разработке интегрированной распределённой медицинской информационной системы (МИС).

Разработка МИС послужила основой для формирования в ИПС РАН нового научного направления — медицинской информатики. Была создана Лаборатория ИНТЕРИН, которая впоследствии была преобразована в Исследовательский центр медицинской информатики.

Теоретические исследования и практические разработки привели к созданию технологии построения МИС, включающей комплекс инструментальных средств, технологических решений и методик создания интегрированных информационных систем лечебно-профилактических учреждений, которая впоследствии получила название «технология Интерин».

Первая прикладная МИС, созданная с использованием технологии Интерин, которая получила название Автоматизированной системы управления лечебно-диагностическим процессом МЦ БР (ИНТЕРИН), была установлена в Медицинском центре Банка России в 1996 году [Гулиев и др., 1997; Гулиев и Комаров, 1997]. С этого времени система находится в промышленной эксплуатации. Всё это время в различных режимах (от постоянного присутствия представителей разработчика до телекоммуникаци-

онного сопровождения) ведётся сопровождение МИС и её развитие.

В 2000 году в МЦ БР была установлена новая версия системы, при реализации которой учитывался опыт работы МЦ БР с системой в течение 4 лет.

В 1999 году Институтом программных систем РАН и Клинической больницей № 83 Федерального Управления «Медбиоэкстрем» при МЗ РФ (КБ № 83) было принято решение о начале совместных разработок Информационной системы Клинической больницы № 83. Основой для разработки ИС послужили технология Интерин ИПС РАН и многолетний опыт и знания коллектива КБ № 83 по организации лечебно-диагностического процесса в крупной многопрофильной больнице. Проект и разрабатываемая МИС получили название КОТЕМ-2001 [Айламазян и др., 2000; Айламазян и др., 2002; Гулиев и др., 2002б].

Проект КОТЕМ-2001 для разработчиков выявил новые задачи, связанные с особенностями КБ № 83:

- необходимость внедрения МИС в ЛПУ с устоявшейся за многие годы организацией работы;
- большой поток пациентов;
- наличие различных каналов поступления пациентов;
- наличие у ЛПУ различных форм финансирования [Чудновский и др., 2004].

В 2001 году первая очередь МИС КОТЕМ-2001 введена в эксплуатацию. Продолжаются совместные работы по развитию и внедрению МИС [Матвеев и др., 2004].

Разработка и развитие технологии Интерин сделали возможным создание Медицинской информационной системы Национального центра медицины республики Саха (Якутия). Проект и МИС получили название КИС НЦМ.

В Национальном центре медицины разработчики впервые серьёзно столкнулись с «проблемой многокомпонентности», когда в одном ЛПУ объединены фактически несколько учреждений одного типа (например, поликлиник или стационаров) [Попов и др., 2004].

С 2002 года первая очередь КИС НЦМ находится в промышленной эксплуатации.

Одновременно с развитием технологии отрабатывались способы и приёмы интеграции систем, основанных на технологии Интерин, с программным обеспечением сторонних производителей. В интеграции с системами, основанными на технологии Интерин, в различных лечебных учреждениях работают:

— «Система анестезиологического мониторинга CyberLog» компании Megaputer Intelligence;
— автоматизированная система «Видар ИнфоРадСеть 2.0» компании «ПО ВИДАР»;
— лабораторно-информационная система ILIMS компании Ilex Medical (Израиль); внедрение и интеграция проведены совместно с фирмой «Акросс-Инжиниринг».

В 2001 году совместно со специалистами Российского представительства компании SCHILLER AG (Швейцария) была разработана принципиально новая технология интеграции медицинских диагностических приборов в медицинские информационные системы [Чибухчян и Гулиев, 2001].

Отдельные разработки велись в направлении специализированной подсистемы поддержки лечебно-диагностического процесса в поликлинике. Базой для исследований стала Поликлиника Медицинского центра Банка России. В настоящее время Поликлиника Медицинского центра Банка России оснащена медицинской информационной системой, основанной на технологии Интерин, которая функционирует в режиме промышленной эксплуатации. Поликлиника и стационар Медицинского центра работают в едином информационном пространстве [Белышев и др., 2004].

Одним из направлений развития прикладных систем, основанных на технологии Интерин, является расширение их функциональных возможностей. За время существования технологии базовые версии МИС расширены включением подсистем:

— Поликлиника;
— Санаторий;
— Лаборатория;
— Стоматология;
— Лечебное питание;
— PACS;
— Экономика;
— Отдел кадров;
— Библиотека.

14.2. Исследования

Были проведены работы по изучению бизнесс-процессов лечебно-профилактического учреждения. Несмотря на то, что над аналитиками довлела идея отказа от бумажных документов, существенным источником информации о предметной области оказался бумажный документооборот.

В числе основных проблем, которые встали перед разработчиками ещё в самом начале изучения предметной области, можно назвать следующие [Айламазян и Гулиев, 2000]:

- — большие объёмы и разнообразие типов медицинской информации;
- — недостаточная формализация (концептуализация и стандартизация) предметной области;
- — постоянно расширяющаяся понятийная и концептуальная база предметной области (медицины);
- — необходимость одновременной поддержки бумажной и безбумажной технологий работы.

Исследования показали, что возможностей существующих методологий и инструментальных средств для решения задач построения интегрированных медицинских информационных систем не достаточно. Исследования были продолжены в направлении поиска как научно-технологических, так и методологических решений [Айламазян и др., 1999].

Были изучены и классифицированы основные устоявшиеся технологии ИС: фактографические системы (банки данных), системы документооборота (Docflow) и системы «рабочих потоков» (Workflow) [Гулиев, 1999].

На основе проведённых исследований был сделан вывод, что ввиду особенностей бизнес-процессов медицинских учреждений интегрированные МИС должны включать в себя элементы всех трёх указанных типов ИС. В то же время, каждая технология в отдельности либо не покрывает потребности МИС (фактографические системы, Docflow), либо плохо применима для построения МИС (Workflow).

Стало понятно, что составной частью общей методологии разработки интегрированных МИС может служить понятие «документ», которое пытались сначала выжить в эру АСУ, а потом, в эру систем документооборота, внести в технологию информационных систем «как есть».

Кроме того, понятие «документ», как одна из основ построения МИС, также хорошо применимо для решений таких проблем, как поддержка стандартов представления медицинской информации, передача медицинской информации и т. д. [Айламазян и Гулиев, 2001].

Исследования по использованию концепции документа в архитектуре МИС привели к разработке Механизма информационных объектов и Архитектуры HL-X.

Как следствие такого подхода получили развитие исследования по взаимоотношению процессов и документов [Гулиев и Хаткевич, 2004; Алимов и Хаткевич, 2003].

К проблемам, относящимся непосредственно к специфике предметной области, добавились и другие, связанные с изменениями в бизнес-процессах лечебно-профилактических учреждений, происходящими в результате коренных преобразований в общественно-политической жизни страны [Guliev et al., 1998].

Ещё одной особенностью проекта оказалась необходимость совмещения научных исследований (в том числе тех, благодаря которым появилась эта книга) и разработки экспериментального и прикладного программного обеспечения.

14.3. Основные принципы построения МИС в технологии Интерин

Основные свойства интегрированной МИС сформулированы в [Гулиев и Комаров, 2003]:

1. **Поддержка разнопрофильных медицинских учреждений.** МИС в технологии Интерин предусматривает возможность применения в самых разных по уровню медицинских учреждениях, от здравпункта до крупных лечебно-профилактических учреждений.

2. **Интеграция информационных потоков,** обеспечивающая актуальность, целостность и непротиворечивость хранящейся информации. Основной идеей МИС является обеспечение оперативного доступа персонала к актуальной информации с любого рабочего места. Это означает, что любая информация, проходящая через лечебное учреждение, вводится в информационную систему и сразу же после актуализации становится доступной в любой момент времени любому специалисту данного учреждения с учётом прав доступа.

3. **Охват в системе всех сторон жизнедеятельности учреждения.** Технология Интерин учитывает, что деятельность медицинского учреждения чрезвычайно многопланова. Например, деятельность, связанная с обеспечением лечебно-диагностического процесса, внутренний документооборот, финансово-экономическая деятельность, работа с кадрами и т. д.

4. **Концентрация информации вокруг пациента, или «единая медицинская карта».** Вся идеология Интерин выстраивается вокруг понятий «пациент» или «единая медицинская карта». При этом имеется возможность посмотреть и проанализировать информацию о пациенте в различных

представлениях — сгруппированную в истории болезни, по тематическим подборкам, наличию или отсутствию какого-либо фактора, изменению каких-либо показателей и т. д.

5. **Автоматизация оформления документации** с применением множественного использования информации без дублирования, различных видов автозаполнения, использования заготовок и шаблонов документов, ввода информации в специализированных формах, планирования технологической цепочки лечебно-диагностической деятельности.

6. **Автогенерация статистических отчётов.** Одной из немаловажных функций информационной медицинской системы является предоставление временного среза жизнедеятельности учреждения по заданным параметрам. Статистические сводки необходимы также для формирования ежеквартальной и ежегодной отчётности, а кроме того, обеспечивают возможности анализа деятельности медицинского учреждения.

7. **Представление медицинской информации в динамике.** Одной из важных функций МИС является обеспечение мониторинга лечебно-диагностического процесса. Это может быть реализовано предоставлением возможности ведения клинических записей о пациенте, а также их просмотра, обработки и анализа.

8. **Редактируемые справочники.** Использование редактируемых справочников для наполнения МИС предметной информацией позволяют гибко настраивать и модифицировать систему как при первоначальном внедрении, так и при некотором изменении логики бизнес-процессов автоматизированного учреждения.

9. **Финансовый учёт и анализ оказанных медицинских услуг.** В процессе медицинского обслуживания пациента и заполнения его медицинской карты информация обо всех медицинских манипуляциях или услугах, оказанных пациенту, заносится в БД, и в любой момент времени автоматизированно может быть просчитана стоимость оказанных пациенту услуг в зависимости, например, от принадлежности его к тому или иному виду прикреплённого контингента.

10. **Изменение технологии работы учреждения.** МИС предназначена для реализации новых медицинских технологий. Информационная система обеспечивает включение всех служб медицинского учреждения в единый комплекс на основе использования современных информационных технологий и, благодаря этому, позволяет повысить эффективность и качество лечебно-диагностической помощи, увеличить пропускную способность диагностических служб и лечебных отделений. Сам технологический процесс в учреждении при этом изменяется, так как

компьютерный ввод, хранение и обработка информации предоставляют новые возможности.

11. **Регламент доступа к медицинской информации.** В МИС должен быть гарантирован соответствующий уровень безопасности хранения и доступа к информации. Важнейшими аспектами являются историчность и авторизация. Доступ к тем или иным данным должен обеспечиваться в соответствии с полномочиями пользователя.

12. **Поддержка стандартов.** Для решения задач взаимодействия со своими подразделениями и с другими медицинскими организациями, а также связи с медицинским оборудованием МИС должна поддерживать стандарты на передачу медицинской информации.

13. **Применение элементов телемедицины.** Телемедицина обеспечивает снижение стоимости лечебного процесса, преодоление профессиональной изоляции, улучшение качества лечения. В технологии Интерин это достигается в первую очередь благодаря возможности работы с медицинской картой пациента с использованием «тонкого клиента» через Интернет.

14. **Система управления визуальной информацией** позволяет конечному пользователю (врачу) получать доступ к медицинским изображениям для диагностических и отчётных целей, включая удалённый доступ к архивам и хранилищам изображений.

14.4. Общесистемные механизмы

МЕХАНИЗМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ

Механизм предназначен для централизованного представления метаданных и описания информационной модели предметной области. В рамках данного механизма стало возможным единообразно и системно решать вопросы доступа, отображения и обработки информации, контроля и пользовательского интерфейса [Гулиев, 1999].

С помощью механизма выделяется формализованный метауровень, назначение которого — описание структуры предметной области, включающей понятия и связи между ними (содержательная часть), а также способы манипулирования информацией (функциональная часть).

Метауровень обеспечивает возможность единообразного доступа к информации как компонентам системы, так и внешним

программным продуктам, а также для интерпретации данных, поступающих из других информационных систем.

Механизм информационных объектов представляет собой конструктор системы, позволяющий вводить новые объекты в ИС и определять их функциональность.

Всевозможные единицы информации, возникающие в процессе деятельности медицинского учреждения, представляются в системе в виде особых компонентов — информационных объектов, обладающих методами (создать, показать, редактировать и т. д.). Механизм информационных объектов также служит основой для функционирования Унифицированного интерфейса Рабочий стол и для формирования Типовых рабочих мест (типовых Рабочих столов) пользователей.

ЕДИНЫЙ УНИФИЦИРОВАННЫЙ ИНТЕРФЕЙС РАБОЧИЙ СТОЛ

Под Рабочим столом пользователя понимается механизм, обеспечивающий доступ пользователя к объектам ИС. Рабочий стол — это организованное пользователем множество объектов, на доступ к которым пользователь имеет право. Про такие объекты можно сказать, что они лежат на рабочем столе пользователя. На рабочем столе пользователя лежат не все доступные ему объекты. Интерфейс, в основе которого лежит понятие «Рабочий стол», реализует привычную для пользователя аналогию работы с бумажными документами.

Рабочий стол оперирует Информационными объектами.

Рабочий стол обеспечивает организацию унифицированного рабочего места, обладающего способностью конфигурации под конкретного пользователя. За основную метафору принят обыкновенный рабочий стол, на котором лежат стопками различные документы, доступные хозяину стола для работы. Документы могут быть объединены в папки или подборки, включать в себя другие документы (иметь иерархическую структуру) и т. д.

Для каждой группы пользователей со сходными функциональными обязанностями предоставляются типовые Рабочие столы. Раскладывать документы по папкам, а папки по порядку на своём рабочем столе каждый пользователь может и сам.

Функциональные возможности:

- навигация по объектам Рабочего стола;
- группировка объектов на Рабочем столе по желанию пользователя;
- размещение объектов на Рабочем столе;
- копирование и вставка объектов;
- удаление объектов с Рабочего стола;

— непосредственный просмотр объекта (содержимого документа, папки или подборки) в виде гипертекста, сводки или графика при помещении на него курсора;
— возможность перемещения между объектами по ссылке;
— немедленный вывод выбранного документа на печатающее устройство в том виде, в котором его содержимое представлено на экране;
— возможность выполнения каких-либо действий над выбранным объектом (папкой, сводкой или документом) — список возможных действий для выбора выводится в контекстном меню объекта;
— настройка объектов на Рабочем столе.

Концепция электронного рабочего стола призвана решить следующие задачи:

— Интеграция данных, документов, документопотока и функциональности.
— Моделирование элементов бумажной технологии лечебно-диагностического процесса.
— Унификация методов доступа к разнородной медицинской информации.
— Поддержка коллективной работы над электронными медицинскими картами.
— Поддержка различных фаз жизненного цикла документов (черновик, документ, архивный документ и т. п.).

В основу концепции данного механизма заложены следующие понятия:

— понятие электронного документа;
— понятие составного электронного документа (папки и подборки);
— операции над электронными документами;
— летопись жизненного цикла электронного документа;
— права доступа к электронным документам;
— понятие рабочего стола.

Реализация данной подсистемы в ИС предоставляет пользователям следующие возможности:

— Работа в унифицированном интерфейсе (Рабочий стол) с любыми типами медицинских электронных документов.
— Гибкое управление правами доступа в терминах документов и операций над ними.
— Возможность рассылки медицинских электронных документов на рабочие столы пользователей.
— Возможность организации документов на своём рабочем столе.

— Полиморфный поиск медицинских документов.
— Поддержка механизмов коллегиальной работы с электронными документами и принятия решений.
— Возможность реализации произвольных оперативных схем прохождения медицинских документов.

МЕХАНИЗМ АВТОРИЗАЦИИ И ПРАВ ДОСТУПА

Для реализации механизма прав в системе был разработан аппарат *метапользователей*. Права пользователя определяют то, как пользователь получает доступ к объектам и как предоставляются права на выполнение действий над объектами. Метапользователь — это некоторое понятие, объединяющее множество исполнителей и использующееся для наделения множества исполнителей одинаковыми правами. Конкретный исполнитель может одновременно относиться к нескольким метапользователям и обладать суммарными правами. Например, конкретный пользователь может являться одновременно *заведующим отделением*, *лечащим врачом* для конкретного пациента, *консультантом* и *членом ВТЭК*.

Примеры типов метапользователей:
— сотрудник;
— подразделение;
— должность;
— роль в группе;
— абстрактный метапользователь.

АРХИТЕКТУРА HL-X

В основе подхода лежит представление о необходимости поддержки информационной системой эволюционного процесса концептуализации предметной области. Архитектура характеризуется открытостью, независимостью от средств программной реализации, ориентированностью на существующие и разрабатывающиеся стандарты, масштабируемостью до уровня отдельных удалённых подразделений [Гулиев и Малых, 2004].

В основе архитектуры HL-X лежит понятие документа HL-X. Документ HL-X — это свободно конструируемая по заданным правилам информационная структура из строго формализованных концептов предметной области.

Концептуально документ HL-X задаётся как множество моделей, раскрывающих его с различных точек зрения:
— понятийная модель;
— информационная модель (структурная модель);

— модель обработки данных документа;
— модель визуализации;
— функциональная модель документа;
— модель безопасности.

Понятийная модель представляет документ в виде структуры абстрактных и соответствующих им конкретных понятий.

Информационная модель представляет документ HL-X в виде структуры из различных *информационных объектов* (концептов предметной области). Здесь под информационными объектами в широком смысле понимаются некоторые абстрактные связные элементы модели. Наличие у документа структуры позволяет декомпозировать его на элементы и при необходимости выполнять манипуляции с этими элементами.

Модели обработки данных документа позволяют специфицировать обработку документа как единого целого в интересах конкретной информационной системы (ИС). Модель обработки данных документа дополняет информационную модель документа конкретными, зависящими от ИС инструкциями.

Модели визуализации позволяют создавать различные визуальные представления данных документа. В основе визуальной модели лежит понятие визуального компонента как некоторой абстрактной элементарной формы представления данных. Основное назначение модели — создать абстрактное, не привязанное к конкретному программному языку или конструктору интерфейса описание представления данных документа в интерфейсе пользователя.

Функциональная модель документа определяет возможные манипуляции с данными документа и соответственно поддерживает определённые ограничения на данных (целостность данных).

Модель безопасности документа определяет права доступа к элементам данных и права на манипуляцию данными. В качестве структурного элемента документа, на который можно будет установить права доступа, принято элементарное понятие из понятийной модели.

Документ HL-X рассматривается как на единство всех этих моделей — их синтез. Документ HL-X — это и сами данные, и организация этих данных в структуру, и знания, заключённые в структуре данных, и правила (ограничения) манипулирования данными, включая права доступа, и визуальное представление данных, и инструкции по обработке этих данных в ИС. Главное достоинство документа HL-X — в высоком уровне абстракции этих моделей, делающих его независимым от конкретной инфор-

мационной системы, базы данных, технологических средств разработки (конструкторы интерфейса и языки программирования), каналов связи и средств доставки документа.

Сформулированы терминологические, информационные, функциональные и архитектурные требования к документам HL-X.

PACS

Традиционно система PACS (Picture Archiving and Communication System) представляет собой программно-аппаратный комплекс, выполняющий следующие основные задачи:

— хранение и архивирование изображений;
— выдача изображений.

Подсистема PACS в технологии Интерин обладает расширенной архитектурой и предоставляет следующие возможности [Гулиев и др., 2002а]:

— хранение файлов любого типа в хранилищах разного типа, например в БД, файловой системе, на ftp-сервере и др. (предусмотрена возможность добавления новых типов хранилищ);
— сопоставление любому файлу некоторых атрибутов (признаков);
— осуществление поиска файлов по заданным атрибутам;
— получение и выдача файлов по различным протоколам передачи данных (предусмотрена возможность добавления новых протоколов).

PACS представляет собой программный комплекс, позволяющий из гетерогенной программной среды (Oracle Forms, HTML, Java-сервлеты и др.) сохранять файлы в удалённых хранилищах данных, а также получать их. Основные свойства:

— наличие эффективного механизма поиска сохранённых файлов;
— обеспечение приемлемого времени доступа к файлу;
— авторизация пользователей;
— протоколирование действий пользователей;
— возможность автоматического выбора хранилища файлов в зависимости от прав пользователя, типа сохраняемого файла, загрузки хранилищ и других параметров;
— поддержка множества протоколов передачи и получения файлов из PACS;
— поддержка множества типов хранилищ файлов.

В центре подсистемы находится т.н. ядро, которое управляет основной логикой работы. Пользователи PACS через соответ-

ствующие интерфейсы могут вызывать методы ядра, например, «сохранить файл», «получить файл» и т. д. В свою очередь, ядро через стандартные интерфейсы работает с каталогом и разнообразными ресурсами.

Достоинствами такой архитектуры являются большая универсальность и гибкость [Лапшин, 2004]. Благодаря наличию драйверов каталогов, ресурсов и клиентов, для добавления к системе новых возможностей достаточно написать соответствующий модуль (драйвер). Например, возможно реализовать работу клиентов с PACS через протоколы HTTP, FTP, DICOM и т. д.; ресурсами могут выступать файлы и папки файловой системы, таблицы БД, ftp-серверы и т. д.; каталог может находиться в БД, в XML-файле, на ftp-сервере и т. д.

14.5. Практические задачи, выполняемые МИС в технологии Интерин в лечебно-профилактическом учреждении

Благодаря свойствам МИС в технологии Интерин применение её в медицинском учреждении позволяет решить практически весь спектр прикладных задач.

Задачи административно-хозяйственного и общего характера:

- Составление графиков работы врачей, а также ведение графика работы медицинского персонала всех уровней.
- Составление отчётов об использовании врачом рабочего времени.
- Планирование и учёт использования помещений и оборудования.
- Проведение анализа работы подразделения.
- Статистическая обработка данных. Ведение и анализ медицинских и хозяйственных статистических данных.
- Учёт лекарственных препаратов и инвентаря, а также учёт расходов.
- Учёт услуг, выписка счетов к оплате и регистрация платежей.

Задачи поддержки лечебно-диагностических мероприятий:

- Регистрация пациентов.
- Ведение баз данных по всем аспектам пребывания пациентов в лечебном учреждении.
- Автоматизированное ведение медицинских карт (историй болезни, амбулаторных карт).

- Хранение и предоставление результатов функциональных, лабораторных и лучевых исследований.
- Формирование и выдача медицинских заключений.
- Назначение больным времени консультаций и исследований.
- Автоматизированное формирование на основе стандартных схем лечения технологической цепочки лечебно-профилактической деятельности (назначений, консультаций, исследований, лекарственной и другой терапии; а также контроль показателей заболеваемости, своевременности выполнения назначений и т. д.).
- Возможность формирования любых перечней отслеживаемых признаков заболевания и физиологических показателей, которые позволят отслеживать информацию о ходе лечебно-диагностического процесса.

Задачи поддержки лабораторных и диагностических исследований:

- Ввод и хранение данных лабораторных и диагностических исследований.
- Анализ данных лабораторных и диагностических исследований.
- Обеспечение удобного доступа к данным лабораторных и диагностических исследований и результатам их обработки.

Обеспечение поддержки контроля процесса лечения со стороны более опытных специалистов, руководителей отделений и других должностных лиц:

- Контроль за своевременностью диагностических исследований.
- Формирование перечня проводимых лечебно-профилактических мероприятий за любой временной период с указанием даты, времени начала и окончания, длительности, стоимости, места проведения, исполнителя.
- Автоматизированное формирование списков пациентов, требующих наблюдения (дежурным врачом, по тяжести состояния, назначенного лечащим врачом и т. д.).
- Автоматизированное формирование отчётов по различным аспектам проведения процедур, обследований и консультаций.

Информационная поддержка оценки эффективности лечения:

— Контроль за эффективностью и продолжительностью лечения, степенью восстановления функциональных способностей.
— Оценка эффективности работы врача, а также среднего и младшего медицинского персонала.
— Статистическая обработка данных, подготовка отчётных документов (годовых, квартальных и т. д.).

Задачи финансово-экономического характера:

— Автоматизированный расчёт стоимости оказанных медицинских услуг, выписка счетов к оплате и регистрация платежей.

Поддержка связи с внешним миром:

— Оформление выезда бригад скорой помощи. Дистанционная работа в различных режимах.
— Оперативный обмен информацией с медицинскими учреждениями своего ведомства, обеспечение преемственности в лечении пациента.
— Оперативный доступ к информационному содержанию БД стационара через компьютерную сеть; возможности контроля и коррекции лечебно-диагностического процесса руководством стационара удалённо.
— Консультации и консилиумы в режиме телекоммуникаций.
— Обеспечение взаимодействия с медицинскими информационными системами, как аналогичными, так и других производителей.
— Обеспечение возможности внесения информации о проводимых пациенту в сторонних учреждениях медицинских услугах — ввод отсканированных изображений, выписок из медкарт и других медицинских документов.

Задачи оптимизации бизнес-процессов:

— Работа в унифицированном интерфейсе с любыми электронными документами.
— Поддержка механизмов коллегиальной работы и принятия решений.
— Возможность рассылки электронных документов пользователям и организации документов на рабочем столе.
— Реализация произвольных оперативных схем прохождения документов.
— Возможность специфицировать права доступа в терминах операций над электронными документами.
— Возможность динамического составления прав конкретного пользователя на основе прав метапользователей, к которым данный пользователь относится.

— Возможность внесения информации в систему за другого пользователя (в случае делегирования прав автором информации), с сохранением сведений как об авторе информации, так и об операторе, который ввёл её в систему.
— Возможность иметь несколько стратегий механизма контроля прав доступа.

14.6. Функциональные подсистемы

СТАЦИОНАР

Областью применения подсистемы являются все стадии лечебно-диагностического процесса в стационаре.

Основные задачи, решаемые подсистемой:

— Поддержка организации деятельности стационара в соответствии с нормативными документами МЗ РФ и международными стандартами оценки лечебных учреждений.
— Ведение баз данных по всем аспектам пребывания пациентов в лечебном учреждении.
— Оперативное управление документооборотом на базе электронной формы истории болезни и всех других документов, определённых нормативными документами МЗ РФ. Реализация произвольных оперативных схем прохождения документов.
— Контроль за соблюдением технологии ведения больного.
— Планирование и управление госпитализацией и коечным фондом.

В ИС стационара выделяются подсистемы «Приёмное отделение» и «Коечное отделение».

Основная задача подсистемы «Приёмное отделение» — обслуживание приёма пациентов в стационар и перемещения по нему. Задачи подсистемы:

— планирование госпитализации и резервирование мест;
— приём пациентов, осмотр, заведение ИБ, назначение отделения;
— учёт коечного фонда;
— переводы между коечными отделениями стационара.

Подсистема поддерживает три основных случая обслуживания пациентов:

— плановая госпитализация;
— экстренная госпитализация;
— амбулаторная помощь.

Основная задача подсистемы «Коечное отделение» — обслуживание лечебно-диагностического процесса в коечном отделении стационара.

Основные функции, выполняемые пользователями в подсистеме «Коечное отделение»:

— назначение лечащего врача;
— назначение койки;
— заполнение первичного осмотра;
— заполнение плана лечения;
— формулировка клинического диагноза (на третий день пребывания в стационаре);
— заполнение дневника (ежедневно);
— заполнение этапного эпикриза (каждые 10 дней);
— заполнение переводного эпикриза (при переводе в другое отделение);
— формулировка диагноза при переводе;
— заполнение предоперационной концепции (для хирургических больных);
— заполнение протокола операции (для хирургических больных);
— заполнение листа послеоперационных осложнений;
— заполнение выписного эпикриза (при выписке);
— заполнение посмертного эпикриза (в случае смерти);
— формулировка заключительного диагноза (при выписке);
— формирование карты выбывшего из стационара (статистический талон — учётная форма 066/у);
— учёт оказанных медицинских услуг.

ИС стационара строится на основе общесистемных механизмов «Информационные объекты», «Метапользователи», «Рабочий стол», «PACS», «HL-X», «Электронная медицинская карта», «Назначения», «Управление движением пациентов».

ПОЛИКЛИНИКА

Функциональным назначением ПО подсистемы «Поликлиника» является реализация механизмов автоматизации амбулаторного учёта контингента ЛПУ, включающего в себя ведение амбулаторных карт пациентов, назначение их на исследования в диагностические подразделения ЛПУ, создание единой со стационаром ЛПУ базы данных пациентов.

Перечислим основные функции подсистемы.

Регистратура:

— создание записи о приёме специалиста;

— удаление записи о приёме специалиста, если к нему нет записанных пациентов;
— копирование расписания с одного числа на другое;
— замена ведущего приём специалиста (либо путём перемещения всех записанных к нему пациентов к другому специалисту, либо путём выборочной записи пациентов к различным специалистам данного профиля на свободное время приёма);
— запрет записи на приём к специалисту в конкретный временной интервал указанного дня приёма (время конференции, передачи смены и т. д.);
— приём пациентов по мере поступления (например, для дежурного специалиста);
— запись на приём;
— предварительная запись.

Учёт амбулаторного приёма:

— общие сведения о приёме, как то: цель посещения, очерёдность посещения по данному заболеванию, краткий анамнез и т. п.;
— сведения о лекарственных средствах, выписанных по льготным рецептам;
— поставленные пациенту диагнозы (в кодировке МКБ 10);
— сведения о проделанных на приёме манипуляциях и процедурах;
— сведения о направлениях на лабораторные и диагностические исследования;
— формирование статистического талона о приёме пациента;
— направление пациента на приём к специалисту;
— направление пациента на исследования;
— статистическая отчётность (статталон).

Назначения:

— назначение процедур;
— назначение консультаций;
— назначение лабораторных исследований;
— назначение диагностических исследований;
— создание новых типов назначений и протоколов их выполнения.

Диспансеризация:

— учёт групп и категорий пациентов, подлежащих диспансеризации;
— формирование и ведение графика диспансеризации;
— формирование сводок пациентов:
— подлежащих диспансеризации в ближайшее время;

— пропустивших плановую диспансеризацию;
— управление ресурсами для организации диспансеризации (специалисты, помещения, оборудование).

Помощь на дому:

— прикрепление пациентов к участкам обслуживания;
— закрепление участков обслуживания за врачами;
— фиксация и учёт вызовов на дом для консультационного и диагностического обслуживания;
— фиксация и учёт вызовов скорой помощи;
— формирование сводки по вызовам для каждого врача или бригады;
— отметка о принятии вызовов врачом или бригадой;
— фиксация результатов консультационного и диагностического обслуживания в основной базе данных поликлиники;
— фиксация результатов выезда бригады скорой помощи в основной базе данных поликлиники.

Генерация запросов и отчётов:

— печатные документы в виде, утверждённом вышестоящими организациями;
— динамические отчёты по заданным пользователем характеристикам;
— интерактивные сводки для анализа.

Первоначально разработчики рассчитывали разработанные для стационара программные средства с небольшими доработками применить для поликлиники. Но анализ работы поликлинического ЛПУ позволил выявить некоторые существенные отличия его от стационара. Оказалось, что даже использование в стационаре и поликлинике одних и тех же механизмов существенным образом различается.

В поликлинике появляется дополнительная сущность группировки информации — амбулаторный приём.

В отличие от стационара в поликлинике есть регистратура, которая содержит в себе проблемы и сюрпризы для разработчика ИС. В регистратуре особую роль играют расписания и графики работы специалистов, появляется понятие «талон» и необходимость поддержки высокого и неравномерного темпа работы пользователей в ИС.

В отличие от стационара работа врача в поликлинике имеет жёсткие временные ограничения, высокий темп и практически происходит в режиме реального времени.

Для решения указанных проблем разработчикам в подсистеме «Поликлиника» пришлось применить новую интерфейсную

парадигму разнотемповой работы, которая включает в себя три уровня:

— *Ускоренный.* Формы экспресс-ввода однородной информации с максимальной скоростью.
— *Стандартный.* Специализированное автоматизированное рабочее место, которое позволяет вводить информацию меньшей степени однородности.
— *Расширенный.* Универсальное АРМ, используется для информационно-аналитической деятельности сотрудника, не требующей высокого темпа работы.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СЛУЖБЫ

Основная задача подсистемы — поддержка исполнения диагностических назначений.

Основные функции подсистемы:

— просмотр списка назначений (отбор по критериям);
— исполнение назначений (заполнение протокола, заключения, рекомендаций, особые отметки);
— назначение пациенту дополнительных исследований;
— формирование мотивированного отказа в исполнении назначения;
— просмотр медицинской карты пациента;
— получение отчёта о деятельности врача (подразделения) по формам статотчетности.

Специализированные функции подсистемы реализуются с помощью ПО «Лабораторная подсистема» и PACS.

Лаборатория

На основе проведённых исследований был сделан вывод о том, что для поддержки в МИС работы диагностических лабораторий необходимо реализовать две схемы:

1. С минимальной функциональностью, с ручным вводом результатов исследований.
2. Полная реализация лабораторной информационной системы (ЛИС), с возможностью подключения приборов и обеспечением полной функциональности подразделений лабораторной диагностики.

Первый, минимальный вариант был реализован как составная компонента технологии Интерин. Второй вариант был реализован на основе интеграции ЛИС ILIMS, разработанной компанией Ilex Medical (Израиль), и внедрён в рамках проекта создания Информационной системы Национального центра медицины МЗ Республики Саха (Якутия).

В функции лабораторной информационной системы (ЛИС) входит управление всеми данными, поступающими из разных источников (анализаторы, проводимые вручную измерения, бумажные документы — например, заказы на лабораторное исследование), и объединение этих данных в единую информационную базу клинико-диагностической лаборатории. Таким образом, ЛИС — это то, что позволяет управлять лабораторией, в любой момент получая оперативную информацию о её работе, сократить непроизводительные затраты лаборатории, избавиться от рукописных журналов, отслеживать и оценивать качество исследований и получать всю необходимую отчётную документацию.

Подсистема обеспечивает соединение практически с любыми автоматическими анализаторами и позволяет обмениваться информацией с МИС в режиме реального времени, что даёт мгновенный доступ к готовым результатам. ЛИС является гибкой системой с возможностью её конфигурации как в виде автономной станции для небольшой лаборатории, так и в виде многостанционной сетевой системы для крупных лабораторий и диагностических центров. При необходимости можно расширить систему путём добавления рабочих станций и функциональных компонентов без дополнительного программирования. В зависимости от степени оснащённости и производительности лаборатории можно подобрать соответственную конфигурацию ЛИС. Система легко настраивается оператором под решение конкретных задач лаборатории. ЛИС предоставляет возможность конфигурации системных параметров без привлечения посторонней квалифицированной помощи.

СТОМАТОЛОГИЯ

Подсистема «Стоматология» обеспечивает информационную поддержку работы специалистов стоматологических отделений как амбулаторно-поликлинических, так и стационарных учреждений.

Поддержка работы врача-стоматолога (приём больного):

— опрос пациента врачом;
— дневниковые записи;
— выбор операции лечения;
— выбор материала, расходуемого в операции;
— направление пациента на диагностические исследования;
— лечебные назначения, рецепты;
— оформление оперативных вмешательств;
— формирование статистического талона о приёме пациента.

Зубная формула:

— возможность просмотра зубной формулы с детализацией каждого зуба в шести плоскостях;
— отображение текущего состояния зубов пациента и требуемого лечения.

Одонтопародонтограмма:
— формирование одонтопародонтограммы;
— подсчёт общей степени атрофии костной ткани;
— представление одонтопародонтограммы в виде диаграммы;
— представление изменений одонтопародонтограммы во времени.

Данные рентгеновского и лабораторного исследований:
— предоставление графических результатов всех диагностических исследований данного пациента (рентгеновские снимки);
— возможность поиска по заданным параметрам.

Наряды для врачей и зубных техников:
— заказ-наряд;
— формуляр Дуцера;
— табель работ зубного техника.

Учёт трудоёмкости работы:
— учёт общих видов работ;
— учёт трудоёмкости работы на приёме больных терапевтического профиля;
— учёт трудоёмкости работы на приёме больных с заболеваниями пародонта;
— учёт трудоёмкости работы на приёме больных хирургического профиля;
— учёт трудоёмкости работы на профилактическом приёме.

Формирование отчётов:
— листок ежедневного учёта работы врача-стоматолога-терапевта;
— отчёт о работе врача-стоматолога-терапевта за месяц;
— листок ежедневного учёта работы врача-стоматолога-хирурга;
— отчёт о работе врача-стоматолога-хирурга за месяц;
— листок ежедневного учёта работы врача-стоматолога-ортопеда;
— отчёт о работе врача-стоматолога-ортопеда за месяц;
— список лиц, нуждающихся в санации полости рта по данным профилактического осмотра;
— список лиц, нуждающихся в протезировании зубов по данным профилактического осмотра.

ЭКОНОМИКА

Экономика лечебно-диагностического процесса имеет свои особенности. В отличие от большинства других типов хозяйствования, где действует схема «продавец — покупатель услуг и товаров», в процессе оказания медицинских услуг задействованы три стороны: поставщик услуг (ЛПУ), получатель услуг (пациент) и плательщик (например, компании медицинского страхования). Финансирование оказания медицинских услуг отличается также по форме и логике в зависимости от источника.

Одной из существенных проблем разработки МИС в России в 90-х годах явились происходившие в то время существенные изменения экономического аспекта деятельности медицинских учреждений: появились новые формы финансирования и начало происходить перераспределение процентного соотношения их долей в общем потоке финансирования [Guliev et al., 1998].

В настоящее время в основном выделяются три источника и, соответственно, три формы финансового обеспечения деятельности медицинского учреждения:

1. Финансирование по общим интегрированным показателям ЛПУ (бюджетная или ведомственная форма).
2. Финансирование по каждому случаю медицинской помощи в рамках установленных стандартов — используется в страховой медицине, в частности в сфере обязательного медицинского страхования. Страховые компании финансируют деятельность медицинских учреждений согласно разработанным нормативам и стандартам оказания медицинской помощи, в которых для каждой нозологической формы определяются нормы стационарной и амбулаторной медицинской помощи и зафиксированы размеры страховых выплат.
3. Финансирование по каждой оказанной услуге. Данная форма оплаты нашла своё применение в добровольной страховой медицине, при оказании платных медицинских услуг, оплачиваемых по договору либо самим пациентом, либо предприятием или организацией.

В настоящее время в большинстве лечебных учреждений представлены все указанные формы финансирования. Так, типичное ЛПУ часть средств получает в форме бюджетного или ведомственного финансирования, часть в виде страховых выплат из территориальных фондов ОМС, а часть — от реализации платных медицинских услуг [Чудновский, 2003].

С точки зрения разработчика МИС основной отличительной чертой первой формы является оперирование обезличенными данными, когда анализируются общие показатели деятельности ЛПУ, а каждый конкретный случай медицинской помощи не детализируется. Для второй формы необходимо учитывать случаи медицинской помощи для каждого пациента. Для третьей формы недостаточно учитывать только случаи медицинской помощи для каждого пациента, необходимо производить учёт всех медицинских услуг, оказанных пациенту [Матвеев и др., 2002; Хаткевич и др., 2002; Хаткевич и Чудновский, 2003].

Основные свойства экономической подсистемы в технологии Интерин:

- Поддержка долевого участия нескольких, в том числе различных, источников финансирования деятельности ЛПУ. Это даёт возможность проводить более гибкую политику оплаты лечения.
- Поддержка возможности оплаты одной (например, дорогостоящей) услуги в рассрочку, а также из нескольких источников финансирования.
- Поддержка нескольких дисциплин учёта стоимости и оплаты оказываемых пациенту услуг:
  - *предварительная,* когда расчёт стоимости производится до начала лечения;
  - *текущая — по мере лечения,* когда обсчёт стоимости происходит по мере выполнения услуг;
  - *постфактум,* когда обсчёт стоимости лечения происходит после завершения лечения;
  - *комплексная*, включающая в себя все вышеперечисленные дисциплины.
- Поддержка автоматического и автоматизированного подхода к расчёту персонифицированной стоимости оказанных пациенту услуг, что позволяет обеспечить необходимую гибкость и контролируемость процесса расчёта.
- Наличие развитых механизмов формирования прейскурантов и управления ценами на оказываемые в ЛПУ услуги.
- Поддержка многовалютного интерфейса, позволяющего оперировать денежными суммами в разных валютах.
- Наличие механизмов отображения и представления введённых в систему данных в текстовом, табличном и графическом формате по заданным параметрам: отчётный период, объект отчёта, глубина и детализация информации.

— Наличие механизмов анализа финансово-экономической деятельности лечебных подразделений и медицинского персонала в разрезе оказанных и оплаченных услуг.

ОТДЕЛ КАДРОВ

С самого начала разработчики в первую очередь ориентировались на бизнес-процессы, непосредственно связанные с лечебно-диагностическим процессом. Было решено разработки подсистем поддержки деятельности вспомогательных служб отложить, а в некоторых случаях отказаться от разработки вовсе, используя продукты сторонних разработчиков. Например, несмотря на многочисленные обращения, поступающие от заказчиков, отказались от разработки бухгалтерской подсистемы.

Одной из первых среди вспомогательных служб разрабатывалась подсистема кадрового учёта лечебно-профилактического учреждения. Это связано в первую очередь с особой ролью кадровой службы в жизни ЛПУ. Например, в документах ВОЗ определено, что одна из задач управления лечебно-диагностическим процессом — это управление ресурсами, к которым относятся и кадры.

Область применения подсистемы «Отдел кадров» — все стадии учёта кадров (приём и увольнение, перемещение сотрудников, составление штатного расписания и расчёт занятости, оформление больничных листов и отпусков), а также использование данных о сотрудниках другими подсистемами (администратором МИС, медицинским персоналом при организации лечебно-диагностического процесса, а также при ведении медицинских карт сотрудников ЛПУ).

Основные функции:

— ведение полной информации о персонале;
— ведение структуры предприятия;
— ведение штатного расписания;
— ведение расстановки штатов;
— подготовка и ведение приказов;
— ведение формы Т-2 — личной карточки сотрудника;
— ведение информации о зарплате сотрудника;
— обеспечение историчности кадровой информации;
— ведение нормативно-справочной информации;
— формирование различных отчётов (основные отчётные формы, анализ динамики штатного расписания и др.).

АПТЕКА

Ещё в ранней стадии работ по созданию МИС было принято решение о разработке подсистемы поддержки деятельности аптеки ЛПУ ввиду её важной роли в обеспечении лечебно-диагностического процесса.

Основная задача подсистемы «Аптека» — всесторонний учёт и контроль движения аптечных материалов (товаров) в лечебном учреждении на всех уровнях:

1. Уровень аптеки.
2. Уровень аптечек старших медсестёр лечебных отделений и лабораторий.
3. Уровень аптечек постовых и процедурных медсестёр.

Подсистема «Аптека» понимается в широком смысле слова и включает в себя, кроме собственно аптечных подразделений, также аптечки лечебных отделений и лабораторий, обеспечивающие пациентов требуемыми лечебными препаратами и предметами ухода.

Отдел готовых форм обеспечивает торговую деятельность аптеки, а именно:

— формирование заказов на поставку товара от внешних поставщиков;
— оприходование товара на склад аптеки;
— передачу товара в лечебные отделения и лаборатории по их требованиям;
— формирование нормы неснижаемых запасов аптечных материалов на складе;
— разработку стратегии закупок материалов и поддержания норм запасов.

Аптечный склад выполняет следующие функции:

— организация хранения аптечных материалов;
— инвентаризация склада.

Рецептурно-производственный отдел выполняет следующие функции:

— изготовление стерильных растворов, наружных и внутренних лекарственных форм по требованиям отделений и кабинетов.

Аптечный киоск осуществляет розничную продажу товаров, поступивших со склада аптеки.

Интеграция в подсистему «Аптека» аптечек лечебных отделений позволяет:

— полностью проследить движение аптечных товаров вплоть до их списания на конкретного пациента;
— обеспечить контроль и обоснование расхода аптечных материалов в отделениях;

— рассчитать себестоимость медикаментозного лечения каждого пациента в отдельности.

Подсистема «Аптека» имеет следующие функциональные возможности:

— работа с плановыми заявками на закупку медикаментов;
— работа с товарами особого учёта;
— проведение инвентаризации;
— контроль за соблюдением правильности хранения и сроков годности товаров;
— комплектация и отпуск заказов по требованиям отделений;
— ввод счетов-фактур, приём товарно-материальных ценностей;
— контроль за движением и наличием товарно-материальных ценностей.

ЛЕЧЕБНОЕ ПИТАНИЕ

Подсистема «Лечебное питание» предназначена для информационной поддержки бизнес-процессов службы лечебного питания пациентов. Основные функции подсистемы:

— Ведение общей справочной информации подсистемы:
  • справочник циклов питания;
  • справочник типов блюд;
  • справочник приёмов пищи;
  • справочник диет;
  • справочник единиц учёта;
  • справочник буфетных.
— Ведение картотеки диетической службы:
  • разделы картотек;
  • картотека продуктов;
  • картотека эталонных блюд;
  • картотека рабочих блюд.
— Работа с меню:
  • работа с картотекой эталонных меню;
  • работа с картотекой рабочих меню;
  • замена блюд и продуктов рабочего меню.
— Поддержка заказных диет.
— Формирование порционника.
— Формирование заказов для дополнительного питания:
  • формирования заказов на дополнительное питание;
  • формирование заказов для вновь прибывших пациентов;
  • формирование возврата продуктов на склад для выписанных пациентов.

ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Основные предоставляемые функции:
- заполнение протокола консультации;
- заполнение первичного осмотра пациента;
- формулировка назначений процедур для исполнения врачебным и средним медицинским персоналом отделений восстановительного лечения;
- заполнение дневниковых записей;
- направление пациента на диагностические исследования;
- лечебные назначения;
- исполнение назначений;
- фиксация изменений и дополнений в назначениях;
- фиксация прерывания (отказа от) восстановительного лечения;
- заполнение процедурных карт;
- подборки консультируемых пациентов, проходящих лечение в центре восстановительного лечения и назначенных на врачебные процедуры;
- автоматизированное формирование заключительной записи;
- формирование и ведение шаблонов для заполнения документов;
- генерация отчётов, предоставление авторизованным пользователям адекватной и актуальной информации подсистемы «Восстановительное лечение».

14.7. Общесистемные функциональные механизмы

УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКОМ ПАЦИЕНТОВ

Механизм предназначен для единообразного управления потоком пациентов в комплексном ЛПУ, включающем в себя стационар и поликлинику, а также для различных схем учёта пациентов в подразделениях ЛПУ.

Поликлиника, составляя планы госпитализации для стационара, направляет своих пациентов в стационар. В стационаре существуют специфические схемы «параллельного учёта» пациентов (в специализированных подразделениях ЛПУ — отделения реанимации, палаты интенсивной терапии, отделения восстановительного лечения и т. д.), когда пациент числится за отделением с коечным фондом, а находится и получает лечение в одном из этих специализированных подразделений.

Управление потоком пациентов оказывает воздействие на всю идеологию функционирования МИС, обеспечивающей поддержку лечебно-диагностического процесса и ведение единой медицинской карты пациента.

Основные задачи подсистемы:

— обеспечить работу Стола прикрепления;
— реализовать возможность направления на госпитализацию;
— обеспечить типизацию и политику нумерации медкарт;
— реализовать управление потоком пациентов при их продвижении по отделениям реанимации;
— предоставлять необходимые статистические отчёты.

ЭЛЕКТРОННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ КАРТА

Формализованная медицинская карта представляет собой специализированную базу данных, содержащую сведения о пациентах и полный (в юридическом и медицинских аспектах) набор документов о ходе лечебно-диагностического процесса, включая:

— паспортные данные больного;
— сигнальную информацию (непереносимость лекарственных средств, наследственные заболевания и т. д.);
— анамнестические данные;
— заключительные диагнозы, перенесённые операции;
— результаты лабораторных исследований;
— результаты инструментальных исследований;
— сведения о диспансеризации;
— анкету автоинтервьюривания;
— информацию для страховых компаний.

Медицинская карта на Рабочем столе имеет свою определённую структуру. Она представляет собой папку, разделами которой являются наборы документов того или иного типа.

Разделы Амбулаторной карты:

— Анкетная информация пациента;
— Анкета автоинтервьюирования;
— Сигнальная информация (непереносимость лекарственных средств, наследственные заболевания и т. д.);
— Запись врача на приёме;
— Осмотры;
— Дневники;
— Диагнозы;
— Стоматологический раздел;
— Назначения лечебные;

— Назначения диагностические (консультации, лабораторные и инструментальные исследования) и их результаты;
— Рецепты;
— Случаи обслуживания с … по …;
— Госпитализации пациента;
— Экстренные извещения;
— Диспансерные наблюдения;
— Листки нетрудоспособности.

Разделы Истории болезни:

— Анкетная информация;
— Сигнальная информация;
— Анкета автоинтервьюирования;
— Температурный лист;
— Запись врача в приёмном отделении;
— Осмотры;
— Диагнозы;
— Дневник;
— Оперативные пособия;
— Раздел восстановительного лечения;
— Режим;
— Диета;
— Лечебные назначения;
— Диагностические назначения;
— Эпикризы;
— Выписка;
— Пребывание в отделениях;
— Лечащий врач;
— Результаты назначений;
— Извещения;
— Амбулаторная карта пациента;
— Вещи.

Каждый документ или папка Медкарты представлены в виде, удобном для просмотра. Медицинская карта может включать в себя и несколько специализированных медкарт (стоматологическую, гинекологическую, санаторную книжку и т. д.), а также записи Амбулаторного журнала Поликлиники о проведённых пациенту амбулаторных манипуляциях.

Подсистема обеспечивает возможность просмотра и анализа информации о пациенте в различных представлениях.

НАЗНАЧЕНИЯ

В качестве основного процесса в лечебно-диагностической деятельности ЛПУ были выделены назначения и исполнения

диагностических и лечебных назначений. Информатизация этого процесса лечебного учреждения позволяет сформировать более мощный базис для развития технологии работы ЛПУ и предоставляет возможности для анализа деятельности ЛПУ, контроля качества лечения и контроля обоснованности расходования ресурсов [Хаткевич и Хаткевич, 2004].

Одной из главных характеристик механизма назначений является многоаспектность. Основными являются следующие аспекты и относящиеся к ним функциональные блоки:

1. Лечебный аспект:
   — назначение;
   — диспетчеризация;
   — исполнение;
   — контроль.
2. Аспект статистической обработки:
   — статистика по назначенному (по врачу, отделению, ЛПУ в целом);
   — статистика по исполненному (по врачу, отделению, ЛПУ в целом).
3. Экономический аспект:
   — справочник услуг;
   — прейскуранты;
   — контроль экономической обоснованности назначения.
4. Аспект учёта материальных ценностей:
   — списание препаратов и расходных материалов на исполнение назначения;
   — контроль за расходованием материальных ценностей.
5. Потребление ресурсов:
   — ведение справочника ресурсов;
   — контроль наличия ресурса и выделение в момент заполнения.

Основной интерфейсной парадигмой подсистемы назначения была выбрана нотация листа назначений в стационаре, которая представляет собой таблицу, где строки — это кратные назначения, а колонки — это даты. В квадрате пересечения строки и колонки можно задать назначение, отметив его дату. Разделяются *формулировка назначения* — множество атрибутов, определяющих, *что* нужно сделать пациенту, и *дата или диапазон дат назначения* — множество атрибутов, определяющих, *когда* это нужно сделать.

В подсистеме используется трёхуровневый классификатор назначений. Два уровня трёхуровневой классификации назначений:

1. Медикаментозный комплекс.
2. Процедура.
3. Лабораторное исследование:
4. Клиническое.
5. Биохимическое.
6. Иммунологическое.
7. Бактериологическое.
8. Диагностическое исследование:
9. Лучевое.
10. Функциональное.
11. Эндоскопическое.
12. Консультация.
13. Операция.
14. Трансфузия.
15. Режим (общий, платный, полупостельный, постельный, строгий постельный).
16. Наблюдение (дежурный врач, сиделка).
17. Диета.
18. Приём врача.
19. Рецепт.
20. Проживание (комната..., койка..., классность..., персональная медсестра).
21. Прочие услуги (шкаф, телефон, и т. д.).
22. Внешняя услуга.

Для ускорения работы по вводу медицинских назначений разработана система шаблонов, позволяющая врачу заранее приготовить множества назначений, которые ему будут регулярно нужны в работе. Система шаблонов позволяет решать задачи создания рабочих множеств назначений для отделения, врача или специальности, по типам назначений, нозологии, по конкретным регулярным событиям; задачи создания стандартных наборов назначений для регулярных мероприятий, создания и использования комплексов назначений и поддержки технологических карт лечения пациента.

14.8. Другие подсистемы

ЛИСТКИ НЕТРУДОСПОСОБНОСТИ

Подсистема интересна тем, что при работе с листками нетрудоспособности (ЛН) возникает широкий спектр проблем и задач систем документооборота.

Основной задачей подсистемы «Листки нетрудоспособности» является сквозной учёт ЛН при движении пациента по медицинскому комплексу и стороннему ЛПУ, а также получение необходимых статистических отчётов по работе с ЛН.

Функциональные возможности подсистемы:

— сквозной учёт листков нетрудоспособности, поддержка различных схем прохождения;
— генерация отчётов.

14.9. Концепции

В ходе научных исследований разработана концепция единого информационного пространства (ЕИП) лечебно-профилактических учреждений, что в первую очередь подразумевает прозрачность медицинской информации, относящейся к конкретному пациенту, независимо от того, где, в каком учреждении эта информация была введена в информационную систему. Таким образом, понятие ЕИП тесно связано концепцией единой медицинской карты, которую можно считать одним из достижений в этой области.

Глава 15

ОБЗОР МЕДИЦИНСКОГО ПО: ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ И АНАЛИЗ ИХ ПАРАМЕТРОВ

В данной главе приводится список ссылок на информацию по конкретным медицинским информационным системам и медицинскому ПО вообще.

Материал для обзора отбирался из открытых источников, в основном с веб-сайтов производителей, а также с некоторых веб-сайтов, содержащих обзорную информацию по медицинским информационным системам (ссылки на которые приведены).

Необходимо отметить, что сбор и анализ информации производился в 2002–2004 гг.

Более детальную информацию по указанным информационным системам в виде двух электронных приложений к книге можно найти на сайте книги по адресу `http://misbook.interin.ru`.

15.1. Ресурсы по медицинскому ПО

`http://www.spmu.runnet.ru/mirror/bb/systems.asp` — список российских разработок информационных систем для здравоохранения на сайте подкомитета 55.

`http://www.infamed.com/soft/index.htm` — большой список медицинского ПО по категориям:

— лучевая диагностика;
— функциональная диагностика;
— обучение и тестирование;
— психология;
— рефлексотерапия;
— статистические методы исследования;
— фармакология.

Все МИС из данного источника рассмотрены в настоящем обзоре.

`http://www.nedug.ru/links/sites/techn/prog/prog.htm` — небольшой список медицинского ПО. Все МИС из данного источника рассмотрены в настоящем обзоре.

http://www.sts.ru/~chos/medsoft.htm — небольшой список медицинского ПО. Все МИС из данного источника рассмотрены в настоящем обзоре.

http://www.knowledgestorm.com/SearchServlet?ksAction=keyMap&x=hospital+information+system&site=Overture — большой список зарубежных МИС (с краткими описаниями и ссылками на сайты производителей).

15.2. Корпоративные МИС

Данная категория включает в себя многофункциональное ПО, ориентированное на комплексную автоматизацию всех сторон деятельности ЛПУ, а также, возможно, на создание единого информационного пространства, в которое может входить множество ЛПУ и других организаций.

МИС «**Интерин**» © Исследовательский центр медицинской информатики Института программных систем РАН. См. Главу 14 настоящей книги.

http://www.interin.ru

МИС «**INVISION**» © Siemens. Интегрированное информационное решение для здравоохранения. Является полнофункциональной CPR-системой.

http://www.smed.com/solutions/products/invision/index.php

МИС «**MedSeries4**» © Siemens.

http://www.smed.com/solutions/products/medseries4/index.php

МИС «**Soarian**» © Siemens.

http://www.smed.com/solutions/products/soarian/index.php

МИС «**Электронная история болезни**» © Тонлайн.

http://www.tonline.nikos.ru/products.php?article=4

«**DentalBase**» © ASE group / Advanced system engineering — Система управления стоматологической клиникой: автоматизация работы клиники, бухгалтерский учёт, учёт материалов, планирование рабочего времени.

«**OphthalBase**» © ASE group / Advanced system engineering — Система управления офтальмологической клиникой: автоматизация работы клиники, бухгалтерский учёт, учёт материалов, планирование рабочего времени.

http://www.medservice.ru

http://www.ase.ru

«**КлиФ**» © Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева РАМН — Система электронной истории болезни. Включает модули архивирования изображений, сбора статистики.

http://dkvin.mailru.com/clif/prosp-clif.htm

http://www.bakulev.sovintel.ru/clif.htm

«**МедИС-Т**» © ООО «НПП Дейманд», Медицинский Центр Управления делами Президента РФ — Комплексная система, включающая

в себя формализованную электронную историю болезни (ЭИБ) с АРМ врачей разных специальностей, анализ хозяйственной деятельности, подсистемы лаборатории, питания, бухгалтерии, статистики, видеоконференций.

http://www.diagnostic.ru:8101/desc.shtml

МИС «**КВД-2000**» © «DBS» — Программный комплекс, предназначенный для создания, хранения и обработки медицинской документации для венерологических кабинетов, отделений и т. д.

http://dbsys.narod.ru/med_kvd.htm

http://www.infamed.com/soft/external38.html

МИС «**MedWork**» © Master Labs, Inc., Москва — Система автоматизации сбора и анализа медицинской информации, электронная амбулаторная карта и история болезни, статистика, бухгалтерская подсистема.

http://www.medwork.ru

МИС «**Амулет**» © «ЦентрИнвест Софт» — Система автоматизации медицинского учреждения, содержащая подсистемы электронной истории болезни и амбулаторной карты, статистической отчётности, бухгалтерии.

http://www.medicalsystems.ru

http://www.infamed.com/soft/external30.html

«**Артемида**» © «Конус-Медик» — Комплексная система автоматизации ЛПУ, включающая настраиваемые справочники, статистический модуль, электронную историю болезни.

http://www.conus.ru/

http://www.sibmed.ru/soft

«**3M Health Information Systems**» © 3M Health Information Systems. 3M Health Information Systems — это использующееся в различных больницах семейство современных компьютерных систем. Включает в себя несколько отдельных продуктов, специализирующихся на различных аспектах жизнедеятельности медицинской организации.

http://www.3mhis.com

[также см. http://www.interin.ru/pls/medinfo/webdb_medinfo.wwv_main.main?p_language=ru&p_cornerid=162&p_currcornerid=1&p_full=1]

«**mySAP Healthcare**» © SAP AG.

http://www.sap-ag.de/company/publications/industry/healthcare_sept.asp

http://www.sap-ag.de/solutions/industry/healthcare/

«**IS-H*MED**» © T-System, Германия (совместно с GSD и SAP AG). IS-H*MED представляет собой интегрированную госпитальную информационную систему, которая может использоваться в медицинской организации совместно с другими SAP модулями (финансовым, отдела кадров и пр.).

http://www.t-systems.de/ipl2/statics/923/downloads/presse/pressemeldung/2002/t-systems_pm_2002_06_05_Austria_KAGes_en.pdf?showwin=1&com=0&qt=IS"~H*MED&col=tsien&col=tsienpr&dt=in&inthe=63\,072\,000&com=0

МИС «**MedFolio**» © NEXUS AG, Германия.
http://www.nexus-ag.de/engl/medfolio/indexindex.htm
МИС «**Эверест**».
http://www.ait.ru/prod/everest.htm
CPR-система «**HELP**» © LDS Hospital & University of Utah [Ball and Collen, 1992].
http://www.med.utah.edu/clinsys/
http://www-informatics.ucdmc.ucdavis.edu/Mike/myarticles/intro.htm
CPR-система «**TMR**» (The Medical Record) © Duke University [Ball and Collen, 1992].
http://dbhomer.mc.duke.edu/db/tmr/index.htm
CPR-система «**RMR**» (Regenstrief Medical Record) © University of Indiana. Система Regenstrief сегодня содержит более 1,5 млн записей о пациентах и является одним из самых больших хранилищ медицинских записей в мире [Ball and Collen, 1992].
http://www.regenstrief.org/healthinfo/procedure.htm
http://www.regenstrief.org
Программный комплекс «**Поликлиника**» © ООО «Торинс», Красноярск. Система автоматизации основных разделов деятельности медицинских учреждений представляет набор инструментальных средств для ведения электронных амбулаторных карт пациентов, планирования и анализа лечебно-профилактической работы учреждения с учётом его специфики.
http://www.krs.ru/~freud/
МИС «**AVALON**» © ELEKS Software Ltd., Львов — Информационная система для автоматизации медицинских учреждений.
http://www.eleks.lviv.ua/ru/projects/avalon/
МИС «**Медиалог**», ООО «Пост Модерн Текнолоджи», Москва.
http://pmtech.ru
«**ГИППОКРАТ**» © Ультрамед-1 — Программный комплекс для автоматизации лечебных учреждений.
http://www.ultramed.com/as.htm
«**ФИРРС АРМ**» © Новоусманская центральная районная больница Воронежской области — Интегрированный программный комплекс автоматизации деятельности учреждения здравоохранения.
http://web.vrn.ru/nusman/firrsarm/
«**МЕДКОР-2000**» © МЕДКОР-2000 — Автоматизированная информационная система лечебно-профилактического учреждения (АИС ЛПУ).
http://www.medcore2000.ru
«**Медицинские приложения МКТ**» © НП «Медицинские компьютерные технологии». Интегрированная система управления медучреждением.
http://www.ctmed.ru/
«**Мёд-Офис**» © SIAMS Ltd., Екатеринбург — Клиническая информационная система.
http://siams.com/root/projects/medr.htm

МИС «**eVitae_Med**» © Студия-47. Система предназначена для автоматизации деятельности медицинского (лечебного) учреждения, решения управленческих и учётно-расчётных задач.

`http://www.kreativ.ru/russian/h_med.php`

МИС для восстановительного центра Клинической больницы № 1 Госмедцентра Минздрава России © Breath technologies.

`http://www.breath.ru/hospital1.html`

«**ADENTA**» © Казачков Илья Юрьевич, 2001, Владивосток. Программа комплексного учёта в стоматологической клинике.

`http://www.adenta.nm.ru/`

МИС «**MedTrak**» © СП.АРМ — Интегрированная система управления госпиталем, больницей, поликлиникой.

`http://www.sparm.com/med-index1.htm`

«**ИнСПО**» — Информационная система поликлиники.

`http://www.medport.ru/MEDSTAT/ri98/RI98/sv.htm`

МИС «**Поликлиника**» © КРОК — Комплексная информационная система автоматизации всех этапов оказания медицинской помощи в лечебно-профилактическом учреждении.

`http://www.croc.ru`

МИС «**Авиценна**» © Коста — Многофункциональная система, обеспечивающая поддержку всего технологического цикла медицинского учреждения.

`http://www.kostasoft.ru/products.htm`

МИС «**MEDICAL MANAGER SYSTEM**» © Medical Manager Health Systems.

`http://www.medicalmanager.com/products/mm/index.htm`

Информационно-аналитическая система «**Поликлиника**» © ЗАО «Осмос».

`osmos@transit.samara.ru`

`http://www.spmu.runnet.ru/mirror/bb/systems.asp`

ИС «**Кондопога**» [Гусев и др., 2002].

`gusev@profil.kbk.onego.ru`

МИС «**H.I.S.**» © Software Associates.

`http://hs100\,501.siteview.co.uk/his/index.asp`

МИС «**DECENTRALIZED HOSPITAL COMPUTER PROGRAM (DHCP)**» © Vista.

`http://www.vmth.ucdavis.edu/m/vista/softserv/bluebibleondhcp/tabconts.htm`

«**Электронная история болезни**» © НИИ нейрохирургии имени акад. Н. Н. Бурденко РАМН — Система электронной истории болезни, подсистемы сбора статистики.

`http://www.mml.ru`

ИС «**Diagon**» © Everest group, Муром — Общебольничная система.

`http://everestgroup.chat.ru/diagon.htm`

15.3. Прочее медицинское ПО

Данная категория включает в себя прочее медицинское ПО, от достаточно многофункционального, ориентированного на выполнение круга задач из одной или нескольких областей (например, осуществление страхования), до сугубо специфического.

Более или менее исчерпывающий список продуктов в данной категории привести не представляется возможным, поэтому ограничимся характерными примерами.

«**HS-Поликлиника**», «**HS-Поликлиника детская**» © «H Soft» — АРМ «HS-Поликлиника» предназначено для использования в медицинских учреждениях для автоматизации работы участкового врача.

`http://www.hsoft-ltd.ru/index.html`

`http://www.sibmed.ru/soft`

«**ИСМОС 2000**» — Информационная система медицинского обслуживания и страхования. Информационно-инструментальное решение ИСМОС предназначено для медицинских предприятий, профилирующихся в поликлинической и профилактической деятельности.

`http://ismos2000.chat.ru/index.htm`

ИС «**Офис-Менеджер Клиника**», разработка компании «Вилмарк», предназначена для автоматизации и повышения эффективности работы медицинских учреждений, оказывающих платные медицинские услуги.

ИС «**Офис-Менеджер Офтальмология**», разработка компании «Вилмарк», предназначена для автоматизации и повышения эффективности работы медицинских учреждений, специализирующихся на оказании платных услуг в области офтальмологии.

`http://www.wilmark.ru`

«**Астрал-радиология**» © Астрал-Киев — Система программного обеспечения типа клиент-сервер для создания готовых к использованию приложений для работы в области медицинского страхования.

`http://www.astral.kiev.ua/soft_radio.html`

«**CardioBase**» © MedIT AS, Норвегия — Компьютерная система проведения и архивирования ЭКГ. Работает с файл-сервером, используя MS-Access или Paradox. Регистрация пациентов, хранение записей ЭКГ, телемедицинские возможности.

`http://www.medit.ru/`

«**ILIMS**» © Orsyx, Ilex Medical Ltd., Израиль — Масштабируемая Лабораторная информационная система. Поддержка большого количества лабораторных приборов, контроль качества, интеграция с госпитальными системами.

`http://www.orsyx.com`

`http://www.across.ru/clin/`

«**Регистратура**» © ASE group / Advanced system engineering — Регистратура медицинского учреждения амбулаторного типа.

«**Лаборатория**» © ASE group / Advanced system engineering — Система автоматизации деятельности лабораторно-диагностических центров.

http://www.medservice.ru

«**MeDaP**» © «ANK» — Лабораторная информационная система: управление, накопление, обработка и анализ информации в клинико-диагностической лаборатории.

http://www.ank-sia.com/

«**МКБ-10**» © НП «Медицинские компьютерные технологии» — Информационно-обучающая система для работы с МКБ-10.

http://www.ctmed.ru

«**MONITOR**» © DLB Systems Ltd., Англия — Офисная медицинская система.

«**SMSE Care Center**» © Shared Medical Systems Corporation — Офисная медицинская система. Обеспечивает информационную поддержку лечебного процесса и предлагает комплект решений для централизованного доступа к актуальной информации о конкретном пациенте в каждый момент времени.

«**PERFEX**» © Georgia Tech — Экспертная система.

http://www.gvu.gatech.edu/biovis/perfex/

«**SETH**» © Poison Control Center (Франция). Это — экспертная система, специализирующаяся на клинической токсикологии. Цель SETH состоит в том, чтобы оказать квалифицированную помощь при назначении пациенту лекарственного средства и выполнении текущего контроля за ходом заболевания.

http://www.chu-rouen.fr/dsii/publi/seth.html

«**Pro.MD**» © Institute for Laboratory Medicine, Франкфурт-на-Майне, Германия. Pro.MD (ПРОлог-система для Медицинской Диагностики) представляет собой инструментальное средство для разработки экспертных медицинских систем. Pro.MD состоит из мощной оболочки и языка для представления знаний. Pro.MD-язык обеспечивает трансляцию больших объёмов информации в некоторый формат представления знаний. На основе Pro.MD созданы и успешно функционируют ряд специализированных медицинских экспертных систем.

Экспертные системы, реализованные на основе Pro.MD:

«EBV» — экспертная система, специализирующаяся на серологии

http://www.rz.uni-frankfurt.de/~chrt/tw01/old-version/w3ad/hpt.htm

***«THYROLAB»* —** диагностика гормона щитовидной железы

«**CSF- Diagnostics**» **—** система для интерпретации CSF-результатов

«**SIMER/Plus/MIR**» © Институт программных систем РАН, Переславль-Залесский. SIMER/Plus/MIR является мощным инструментальным средством для разработки медицинских экспертных систем, ориентированным главным образом на задачи диагностики, прогнозирования и интерпретации данных. Система снабжена программными средствами поддержки баз знаний, эффективными средствами диалога с экспертом, использующими методы когнитивной психологии, дружественным пользовательским интерфейсом и решателем, использующим методы абдукции и аргументации для решения задач дифференциальной диагностики, прогнозирования и интерпретации данных.

Система интегрирована также с программой обучения по примерам и программой семантического анализа текстов. Для большинства задач медицинской диагностики, прогнозирования и интерпретации данных не требует дополнительного программирования.

«Ortho-Graphics» © Ortho-Graphics Inc. — Лабораторная система.

«**DIMPL**» © DOME — Лабораторная система.

«DICOMview» © Heartlab Inc. Лабораторная система. Представляет собой программное обеспечение кардиологических комплексов для проведения диагностических исследований на медицинских приборах, реализующих стандарт DICOM.

«TelePath 2000» © CDS (Clinical Data Systems) Group. Это — лабораторная информационная система, которая сочетает в себе решения по автоматизации лабораторной диагностики и административных задач.

`http://www.cds-group.co.uk/cd_tp21.htm`

ИС «**Здравпункт**» © ГУ Научный центр клинической и экспериментальной медицины СО РАМН, Лаборатория хронической неинфекционной патологии Севера — Автоматизация здравпунктов предприятий.

`http://medsys.narod.ru/`

Система хранения информации для отделений и регистратур разнопрофильных больниц © MBB Soft.

`http://www.mbbsoft.com.ru/Product/SmallMedSys.htm`

Диагностика и лечение заболеваний внутренних органов. Поддержка врача-терапевта © Петрозаводский государственный университет.

`http://www.soros.karelia.ru/projects/1998/diagnostika/about.htm`

Медицинская статистика в стационаре © 1-я городская больница, Архангельск.

`http://www.sts.ru/~chos/instruct.htm`

Список литературы

[Айламазян и Гулиев, 2000]
Айламазян А.К., Гулиев Я.И. Разработка информационных систем лечебно-профилактических учреждений: проблемы и решения // Тез. докл. Международного форума «Информатизация процессов охраны здоровья населения — 2000». — М., 2000.

[Айламазян и Гулиев, 2001]
Айламазян А.К., Гулиев Я.И. Данные, документы и архитектура медицинских информационных систем // Тез. докл. Международного форума «Информатизация процессов охраны здоровья населения — 2001». — М., 2001. — С. 141–142.

[Айламазян и др., 1999]
Айламазян А.К., Гулиев Я.И., Комаров С.И., Малых В.Л., Морозов В.Ю. Информационные системы в медицине: проблемы и решения // Программные системы: Теоретические основы и приложения / Под ред. А. К. Айлмазяна. — М.: Наука. Физматлит, 1999. — С. 162–168.

[Айламазян и др., 2000]
Айламазян А.К. Гулиев Я.И., Матвеев Г.Н., Турна А.А., Белова И.А. ИС КОТЕМ-2001: требования, проблемы, решения // Научные аспекты практического здравоохранения: Сб. науч. тр., посвящённый 15летию Клинической больницы № 83. — М., 2000.

[Айламазян и др., 2002]
Айламазян А.К., Гулиев Я.И., Матвеев Г.Н. Основные принципы построения медицинской информационной системы КОТЕМ-2001 // Тез. докл. Междунар. форума «Интеллектуальное обеспечение охраны здоровья населения — 2002». — М., 2002.

[АЛТЭЙ]
ЗАО НПО «АЛТЭЙ». — `http://www.altey.ru`

[Алимов и Хаткевич, 2003]
Алимов Д.В., Хаткевич М.И. Процессно-документальный подход к построению подсистемы «Движение пациентов» корпоративной медицинской ИС // Сб. тр., посвящённый 10летию Университета города Переславля / Под ред. А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский, 2003. — С. 105–108.

[АМП]
ООО «Актуальные медицинские поставки». — `http://www.admes.ru/Communicatory\%20systems.htm`

[Атовмян и др., 1997]
Надёжность автоматизированных систем управления / И. О. Атов-

мян, А. С. Вайрадян, Ю. П. Руднев и др.; Под ред. Я. А. Хетагурова. — М.: Высш. школа, 1979. — 287 с.

[Белышев и др., 2004]
Белышев Д.В., Гулиев Я.И., Назаренко Г.И., Полубенцева Е.И., Хаткевич М.И. Опыт разработки и внедрения информационной системы поликлиники в контексте построения единого информационного пространства комплексного медицинского центра // Тр. междунар. конф. «Программные системы: теория и приложения», ИПС РАН, Переславль-Залесский, май 2004: В 2 т. / Под ред. С. М. Абрамова. — М.: Физматлит, 2004. — Т. 2. — С. 83–102.

[Васкевич, 1996]
Васкевич Д. Стратегии клиент-сервер. — 2-е изд. — Киев: «Диалектика»: Информейшн Компьютер Энтерпрайз, 1996. — 396 с.

[Вендров]
Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. — `http://www.citforum.ru/database/case/index.shtml`

[Венедиктов и др., 2002]
Венедиктов Д.Д., Григорьев А.И., Казинов В.А., Кобринский Б.А., Крейнес М.Г., Леванов В.М., Логинов В.А., Тимин Е.Н., Шафранский И.Л., Шифрин М.А. Телемедицинские технологии в здравоохранении России (Обзорная справка). 2002. —`http://www.telemed.ru/whatis/laws/gdsprav.html`

[Винер, 1968]
Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. — 2-е изд. — М.: Сов. радио, 1968. — 326 с.

[Вирт, 1996]
Вирт Н. Долой «жирные» программы // Открытые системы. — 1996. — № 6 (20).

[Воробьёв, 1995]
Воробьёв П.А. Вопросы стандартизации медицинских услуг. Сообщение 1: Концепция и объекты стандартизации // Клинич. геронтология. — 1995. — № 2.

[Гаспарян, 2002]
Гаспарян С.А. Классификация медицинских информационных систем // Информационные технологии в здравоохранении. — 2002. — № 1.

[Гладштейн и др., 1987]
Гладштейн М.А., Комаров В.М., Шубин Н.А. Простой метод повышения надёжности функционирования микропроцессорных систем управления // Приборы и системы управления. — 1987. — № 4. — С. 5–6.

[Голубева, 2001]
Голубева А.П. Автоматизированные системы (исторический очерк) // Проект ТАСИС EDRUS 9702 «Российская Федерация: Поддержка управления системой здравоохранения». — Московская медицинская академия им. И. М. Сеченова, кафедра общественного здоровья и здравоохранения, 2001.

[Гулиев, 1999]
Гулиев Я.И. Исследование принципов и разработка основных технологических решений построения интегрированных информационных систем: Дис … канд. техн. наук, Переславль-Залесский, 1999.

[Гулиев и др., 1997]
Гулиев Я.И., Комаров С.И., Малых В.Л., Осипов Г.С., Пименов С.П., Хаткевич М.И. Интегрированная распределённая информационная система лечебного учреждения (ИНТЕРИН) // Программные продукты и системы. — 1997. — № 3.

[Гулиев и др., 2002а]
Гулиев Я.И., Ермаков Д.Е., Лапшин М.А. Повышение интерактивности в работе врача с визуальной информацией // Автоматизированное рабочее место врача: Сб. докл. Междунар. науч.практ. конф., 15 октября 2002 г. / Под ред. д.м.н. Б. А. Кобринского и др. — Днепропетровск: ИПК ИнКомЦентра УГХТУ, 2002. — 207 с.

[Гулиев и др., 2002б]
Гулиев Я.И., Матвеев Г.Н., Каргаева И.А. Основные характеристики медицинской информационной системы КОТЕМ-2001 // Тез. Междунар. форума «Интеллектуальное обеспечение охраны здоровья населения — 2002». — М., 2002.

[Гулиев и Комаров, 1997]
Гулиев Я.И., Комаров С.И. Интегрированная распределённая информационная система крупного лечебно-диагностического учреждения // Тез. докл. IV междунар. форума «Стратегии здоровья: информационные технологии и интеллектуальное обеспечение медицины — 97». — М., 1997.

[Гулиев и Комаров, 2003]
Гулиев Я.И., Комаров С.И. Интегрированная информационная система ЛПУ Интерин: основные принципы и характеристики // Тез. 1-го Российского науч. форума «МедКомТех-2003». — М., 2003.

[Гулиев и Малых, 2004]
Гулиев Я.И., Малых В.Л. Архитектура HL-X // Тр. междунар. конф. «Программные системы: теория и приложения», ИПС РАН, Переславль-Залесский, май 2004: В 2 т. / Под ред. С. М. Абрамова. — М.: Физматлит, 2004. — Т. 2. — С. 147–168.

[Гулиев и Хаткевич, 2004]
Гулиев Я.И., Хаткевич М.И. Процесс и документ в медицинских информационных системах // Тр. междунар. конф. «Программные системы: теория и приложения», ИПС РАН, Переславль-Залесский, май 2004: В 2 т. / Под ред. С. М. Абрамова. — М.: Физматлит, 2004. — Т. 2. — С. 169–186.

[Гусев и др., 2002]
Информационные системы в здравоохранении / А. В. Гусев, Ф. А. Романов, И. П. Дуданов и др. — Петрозаводск: ПетрГУ, 2002. — 120 с.

[Донабедиан, 1988]
Донабедиан А. Сравнительное исследование оценок технологии

и качества медицинской помощи в США. — 1988. — Т. 4. — С. 487–496.

[Емелин, 1996а]
Емелин И.В. О стандартах электронного обмена медицинскими документами // Компьютерные технологии в медицине. — 1996. — № 1. — С. 44–48.

[Емелин, 1996б]
Емелин И.В. Стандарт электронного обмена медицинскими изображениями DICOM // Компьютерные технологии в медицине. — 1996. — № 3.

[Емелин, 2000]
Емелин И.В. Интеграция стандартов медицинской информатики // Кремлёвская медицина. Клинический вестник. — 2000. — № 4.

[Емелин и др., 1998]
Емелин И.В., Перов Ю.Л., Серегин Ю.С., Эльчиян Р.А. Концепция построения открытых медицинских информационных систем // Кремлёвская медицина. Клинический вестник. — 1998. — № 1.

[Емельянов и др., 2000]
Емельянов А.В., Злобин Д.С., Мальков Д.И. Построение комплексной системы связи Медицинского центра Управления делами Президента Российской Федерации // Кремлёвская медицина. Клинический вестник. — 2000. — № 2.

[Ермаков, 2003]
Ермаков Д.Е. Средства представления структурированных данных в медицинской информатике // Информационные технологии в здравоохранении. — 2003. — № 3–4. — С. 30–32.

[Ермаков и Лапшин, 2002]
Ермаков Д.Е., Лапшин М.А. Исследование вариантов передачи данных в распределённых информационных системах // Медицинская картотека. — 2002. — № 10.

[Кодекс, 1994]
Ассоциация врачей России. Этический кодекс российского врача. — `http://www.ligazp.org/right/cod_vrach.htm`, ноябрь 1994.

[Кобринский, 2000]
Кобринский Б.А. Информатизация здравоохранения России — на пути к интегрированным системам // Информационные технологии в здравоохранении. — 2000. — № 2.

[Кодвел, 1996]
Кодвел Б. Выживет ли архитектура клиент/сервер? // ComputerWeek. — 1996. — № 29 (235).

[Концепция информатизации здравоохранения]
Концепция информатизации здравоохранения России (утверждена МЗ РФ 29.06.92). — `http://www.pedklin.ru/InformZdrav/Concepcia.html`

[Лапшин, 2004]
Лапшин М.А. Расширение роли PACS в архитектуре распределённой медицинской информационной системы // Тр. междунар. конф. «Программные системы: теория и приложения», ИПС РАН, Пере-

славль-Залесский, май 2004: В 2 т. / Под ред. С. М. Абрамова. — М.: Физматлит, 2004. — Т. 2. — С. 245–257.

[Манилевич]
Манилевич Ф.Д. Всё о ЛИС. — `http://www.lims.kiev.ua/rus/`

[Мартынихин, 2001]
Мартынихин А.В. Локализация UMLS для России // Российский научно-практический журнал «Информационные технологии в здравоохранении». — 2001. — № 6–7. — С. 10.

[Матвеев и др., 2002]
Матвеев Г.Н., Пономарчук Т.В., Хаткевич М.И., Чудновский М.А. Перспективная экономическая подсистема корпоративной медицинской информационной системы // Тез. Междунар. форума «Интеллектуальное обеспечение охраны здоровья населения — 2002». — М., 2002.

[Матвеев и др., 2004]
Матвеев Г.Н., Каргаева И.А., Комаров С.И. Динамика развития МИС КОТЕМ-2001 // Тр. междунар. конф. «Программные системы: теория и приложения», ИПС РАН, Переславль-Залесский, май 2004: В 2 т. / Под ред. С. М. Абрамова. — М.: Физматлит, 2004. — Т. 2. — С. 117–132.

[Медведев и Столяров, 1999]
Медведев О.С., Столяров И.Н. Телемедицина: обзор современного состояния и перспективы развития в России // Вестник РФФИ. — 1999. — № 4.

[Меркуленко, 1999]
Меркуленко Н.Н. Лабораторная система управления информацией // Бюллетень «Химия в России». — 1999. — № 6.

[Муратова, 1996]
Муратова Е.Ю. Стандартизация в медицине (отечественный и зарубежный опыт) // Проблемы оценки качества медицинской помощи: Сб. науч. тр. — СПб., 1996. — С. 46–50.

[Мыльникова, 1996]
Мыльникова И.С. Что такое «стандарты качества», или ещё раз об объектах стандартизации в медицине // Главный врач. — 1996. — № 1.

[Никушкин и др., 1998]
Никушкин Е.В., Тарасов В.В., Антонов Р.В., Дзюбина О.В. Автоматизированный заказ лабораторных исследований // Кремлёвская медицина. Клинический вестник. — 1998. — № 4.

[Ожегов и Шведова, 1999]
Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. — 4-е изд., доп. — М.: Азбуковник, 1999.

[Отчёт о рабочем совещании ВОЗ, 1996]
Политика в области информации о лекарственных средствах в странах Центральной и Восточной Европы и в Новых Независимых Государствах // Отчёт о рабочем совещании ВОЗ. Хиллеред, Дания, 27.03–2.04.1996.

[Подлен и др., 1995]
Подлен С.А., Панова В.П., Якимов О.С. Стандартизация в сфере медицинских услуг и медицинского страхования // Главный врач. — 1995. — № 3.

[Попов и др., 2004]
Попов В.С., Горохов А.В., Комаров С.И. Создание единого информационного пространства многопрофильного лечебно-профилактического учреждения: проблемы и решения // Тр. междунар. конф. «Программные системы: теория и приложения», ИПС РАН, Переславль-Залесский, май 2004: В 2 т. / Под ред. С. М. Абрамова. — М.: Физматлит, 2004. — Т. 2. — С. 133–146.

[Постановление N 5488–1]
Постановление Правительства Российской Федерации. Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан, 22.07.1993 N 5488–1.

[Приказ МЗ РФ № 344/76]
Министерство здравоохранения Российской Федерации, Российская академия медицинских наук. Приказ от 27 августа 2001 г. № 344/76 «Об утверждении концепции развития телемедицинских технологий в Российской Федерации и плана её реализации».

[Приказ МЗ РФ № 430]
Министерство здравоохранения Российской Федерации. Приказ от 9 декабря 2000 г. № 430 «Об Экспертном Совете Минздрава России по стандартизации в здравоохранении». — `http://www.medinfo.ru/price/min2000_10.shtml`

[Рузайкин, 2001]
Рузайкин Г.И. Медицинские информационные системы, или МИС // Мир ПК. — 2001. — № 3.

[Советский энциклопедический словарь, 1982]
Советский энциклопедический словарь. — М.: Советская энциклопедия, 1982.

[Хаткевич и др., 2002]
Хаткевич М.И., Чудновский М.А., Пономарчук Т.В., Аброськина Р.И. Первичный финансово-экономический мониторинг лечебного процесса // Тез. Междунар. форума «Интеллектуальное обеспечение охраны здоровья населения — 2002». — М., 2002.

[Хаткевич и Хаткевич, 2004]
Хаткевич М.И., Хаткевич Ю.И. Подсистема назначений комплексного медицинского центра. Опыт разработки и эксплуатации // Тр. междунар. конф. «Программные системы: теория и приложения», ИПС РАН, Переславль-Залесский, май 2004: В 2 т. / Под ред. С. М. Абрамова. — М.: Физматлит, 2004. — Т. 2. — С. 201–216.

[Хаткевич и Чудновский, 2003]
Хаткевич М.И., Чудновский М.А. Механизм информационной поддержки процесса оказания медицинских услуг // Сб. трудов, посвящённый 10летию Университета города Переславля / Под ред. А. К. Айламазяна. — Переславль-Залесский, 2003. — С. 109–113.

[Черников]
Черников В.П. Что такое телемедицина. Фонд «ТЕЛЕМЕДИЦИНА». — http://www.telemed.ru:9100/

[Чибухчян и Гулиев, 2001]
Чибухчян А.С., Гулиев Я.И. Универсальное решение интеграции медицинских приборов в информационную систему медицинского учреждения // Тез. докл. Междунар. форума «Информатизация процессов охраны здоровья населения — 2001». — М., 2001. — С. 150–151.

[Чудновский, 2003]
Чудновский М.А. Механизм поддержки ценообразования на медицинские услуги в корпоративной медицинской ИС // Сборник трудов, посвящённый 10летию Университета города Переславля / Под ред. А.К. Айламазяна. — Переславль-Залесский, 2003. — С. 241–245.

[Чудновский и др., 2004]
Чудновский М.А., Горохов А.В., Пономарчук Т.В. Информатизация экономической деятельности лечебного учреждения в условиях множественности форм финансирования // Тр. междунар. конф. «Программные системы: теория и приложения», ИПС РАН, Переславль-Залесский, май 2004: В 2 т. / Под ред. С.М. Абрамова. — М.: Физматлит, 2004. — Т. 2. — С. 187–200.

[Чучалин и Шухов, 2000]
Чучалин А.Г., Шухов В.С. Проблемы стандартизации информации в области лекарственных средств и образования в здравоохранении // Лечащий врач. — 2000. — № 2.

[Янковский, 2000]
Янковский С. Концепции общей теории информации. — http://www.inteltec.ru/publish/articles/textan/ibook.shtml, март 2000.

[Baker, 1991]
Baker R.H. Computer security handbook. — 2nd ed. — Pennsylvania: TAB Professional and Reference Books, 1991.

[Ball and Collen, 1992]
Ball M.J., Collen M.F. Aspects of the Computer-based Patient Record. — New York: Springer-Verlag, 1992. — 316 p.

[Balogh, 1999]
Balogh N. Structured data transmission for CEC/NIS cardiology INCO-COPERNICUS Project Nr PL961144, 1999.

[Bentsen, 1976]
Bentsen B.G. The accuracy of recording patient problems in family practice // Journal of Medical Education. — 1976. — Vol. 51. — P. 311–316.

[Bidgood et al., 1999]
Bidgood W.D., Jr, Bray B., Brown N., et al. Image acquisition context: procedure description attributes for clinically relevant indexing and selective retrieval of biomedical images // Journal of the AMIA. — Jan/Feb 1999. — Vol. 6, N 1. — P. 61–75.

[Bourke, 1994]
Bourke M.K. Strategy and Architecture of Health Care Information Systems. — New York, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1994.
[Bulletin C-22 1992]
General Services Administration. Security and privacy protection of Federal Information Processing (FIP) resources. Federal Information Resources Management Regulation (FIRMR) Bulletin C-22. — Washington, DC: Author, 1992 (September).
[Clinical Terms Version 3]
Clinical Terms Version 3 (RCC). — `http://www.coding.nhsia.nhs.uk`
[Degoulet and Fieschi, 1997]
Degoulet P., Fieschi M. Introduction to Clinical Informatics. — New York, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1997.
[Drazen et al., 1995]
Drazen E.L., Metzger J.B., Ritter J.L., Schneider M.K. Patient Care Information Systems Successful Design and Implementation. — New York, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1995.
[Elliott, 1999]
Elliott J. Nine Hot Technology Trends // Healthcare Informatics. — February 1999.
[Fernandes et al., 1997]
Fernandes K., Bird M., Hadzic F. History Assignment Artificial Intelligence Applications in Medicine. — University of Newcastle, 1997.
[Gibbon, 1996]
Gibbon G. A Brief History of LIMS // Laboratory Automation and Information Management. — 1996. — Issue 32. — P. 1–5.
[Gillespie, 1996]
Gillespie H. Designing the Next Generation LIMS // Scientific Computing & Automation. — November 1996.
[Gillespie, 1997]
Gillespie H. New Technology Impacts and Drives LIMS Evolution // Genetic Engineering News. — March 1, 1997.
[Guttman and Roback, 1995]
Guttman B, Roback E. An introduction to computer security: NIST [National Institute of Standards and Technology] handbook. Special publication 800–12. — Washington, DC: US Government Printing Office, 1995.
[Guliev et al., 1998]
Guliev Y., Osipov G., Ailamazyan A., Bodrova O., Komarov S., Mikheev A., Nazarenko G. Specificity of Hospital Information System (HIS) Development in the Context of Forming Information Infrastructure and Economic Structure of Russia // Proc. of «Medinfo-98». — Seoul, 1998.
[Harmonizing CEN and HL 7 Work]
Harmonizing CEN and HL 7 Work — Some Issues for Discussing.

CEN/TC 251/NOO-03, 2000-01-308. — http://www.centc251.org/tcmeet/doclist/TCdocOO/NOO"~003.pdf

[Hripcsak and Pryor, 1993]
Hripcsak G., Pryor A. Writing Medical Rules for Computers Using the Arden Syntax for Medical Logic Modules: Tutorial. — NY: Columbia-Presbyterian Medical Center, 1993.

[ISO/IEC Directives, Part 3]
ISO/IEC Directives, Part 3: Drafting and Presentation of International Standards. — http://isotc.iso.ch/livelink/livelink/fetch/2000/2123/SDS_WEB/sds_edit.htm

[Memorandum of Understanding]
Memorandum of Understanding on Intensifying the Collaboration between CEN/TC 251 and HL 7, CEN/TC 251/NOO-022 2000-03-14. — http://www.centc251.org/tcmeet/doclist/TCdocOO/NOO"~022.pdf

[Percy, 1997]
Percy T. Bigger is Better — with the Right Tools // Oracle Magazine. — 1997. — Vol. XI, N 3. — P. 13–14.

[Proposal for an Intensified Collaboration]
Proposal for an Intensified Collaboration between CEN/TC 251 and HL7. CEN/TC 251/N99-106 1999-11-19 1 (6). — http://www.centc251.org/

[Short Strategic Study]
Short Strategic Study on International Cooperation on Issues of Terminology. CEN/TC 251/NOO-033 2000-05-20. — http://www.centc251.org/tcmeet/doclist/TCdocOO/NOO"~033.pdf

[SNOMED CT]
SNOMED CT. — http://www.snomed.org/snomedct_txt.html

[Staggers et al., 2001]
Staggers N., Thompson C.B., Snyder-Halpern R. Health Policy and Systems: History and trends of clinical information systems in the United States // Journal of Nursing Scholarship. — 2001. — 33(1). — P. 75–81.

[Tang et al., 1994]
Tang P.C., Annevelink J., Suermondt H.J., Young C.Y. Semantic integration of information in physician's workstation // International Journal of Bio-Medical Computing. — 1994. — 35(1–4). — P. 47–60.

[Tarasov et al., 1995]
Tarasov V.V., Vlasov A.V., Makarovsky V.V. Development of Information Systems for Clinical Laboratories and their Integration into HIS // Proc. of «Medinfo-95» / Eds: R. Green et al. — 1995.

[UMLS Fact Sheet]
UMLS Fact Sheet. — http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/umls.html

[World Wide Web Consortium, 1998]
World Wide Web Consortium. Extensible Markup Language (XML) 1.0. W3C Recommendation, Feb 10, 1998. — http://www.w3.org/TR/1998/REC"~xml"~19\,980\,210.html

Научное издание

НАЗАРЕНКО Герасим Игоревич
ГУЛИЕВ Ядулла Иман Оглы
ЕРМАКОВ Денис Евгеньевич

МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Редактор *Е.С. Артоболевская*
Оригинал-макет: *В.В. Худяков*
Технический редактор *Е.А. Сулейманова*

ЛР № 071930 от 06.07.99. Подписано в печать 07.04.05.
Формат 60x90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 20. Уч.-изд. л. 20,0. Заказ № 627.

Издательская фирма «Физико-математическая литература»
МАИК «Наука/Интерпериодика»
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 90
E-mail: fizmat@maik.ru, fmlsale@maik.ru;
http://www.fml.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ОАО «Чебоксарская типография № 1»
428019, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, 15

ISBN 5-9221-0594-9