

Учебная литература
для студентов медицинских вузов

И.И.Коралюк

МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА

Второе издание



Москва
ГОЭТАР
2012

ГБОУ ВПО
Самарский государственный медицинский университет
Минздравсоцразвития России

И. П. КОРОЛЮК

МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА

Учебник

Издание 2-е, исправленное и дополненное

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по медицинскому
и фармацевтическому образованию вузов России в качестве учебника
для студентов медицинских вузов

ОФОРТ

Самара
2012

УДК 61.002(075.8)
ББК 5ф:32.81а73
К68

Автор

Королюк Игорь Петрович – заслуженный деятель науки России, лауреат премии Правительства России, доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом медицинской информатики Самарского бюджетного государственного медицинского университета

Рецензенты:

А.И. Жданов – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики ГОУ ВПО «Самарский аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева»

Н.А. Карлова – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии Северо-Западного государственного медицинского университета им.И.И. Мечникова

Королюк И.П.

К68

Медицинская информатика : Учебник / И.П. Королюк. – 2 изд., перераб. и доп. – Самара : ООО «Офорт» : ГБОУ ВПО «СамГМУ». 2012.— 244 с; ил.

Во втором издании (первое вышло в 2006 г.) с позиции системного подхода изложены основы медицинской информатики. Представлены сведения о характере медицинских данных, особенностях их сбора, хранения, транспортировки и обработки. Дается понятие об информации в медицине и ее свойствах. В краткой форме представлены сведения о медицинской технике, используемой в медицине. Изложены сведения о компьютерных сетях различного уровня, включая Интернет и телемедицину. Представлены основные пакеты прикладных программ, используемых в медицине.

Достаточно подробно изложен материал по доказательной медицине, определению операционных характеристик диагностических методов, ROC-анализу. Освещены основы работы с медицинской литературой, которые базируются на принципах доказательной медицины.

Все права авторов защищены.

Ни одна часть этого издания не может быть занесена в память компьютера либо воспроизведена любым способом без предварительного письменного разрешения издателя.

ISBN 978-5-473-00746-6

@ И.П. Королюк, 2006

@ И.П. Королюк, 2012.

@ ГБОУ ВПО «СамГМУ», 2012

@ ООО «ОФОРТ». 2012

**Автор выносит благодарность
ректору Самарского бюджетного
государственного медицинского университета
за помощь в этом издании**

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Со времени выхода в свет первого издание этого учебника (2006 г.) прошло 5 лет. За этот период медицинская информатика претерпела большие изменения. Прежде всего, появились новые компьютерные технологии, новые технические и программные средства, обеспечивающие высокотехнологические направления здравоохранения и медицины. Резко возросла роль телекоммуникаций, Интернета. По-новому стали выглядеть рабочие места врачей и служащих в области здравоохранения: вместо рутинной бумажной документации теперь на столе удобно расположился компьютер. При этом возросла роль использования сетевых ресурсов Всемирной паутины, в частности использования «облачных технологий». В практической медицине начали использоваться специализированные компьютерные медицинские приложения, повышающие эффективность диагностики и лечения. В обиход студентов и врачей входят электронные книги. Повседневной реальностью стали портативны компьютерные устройства – гаджеты, «читалки», планшеты.

Существенно возросла роль доказательной медицины – основы научных исследований и врачебной практике. Теперь специалисты оперируют терминами информативности диагностики и объективными показателями итогов лечения.

При освоении медицинских знаний студенты все более широко привлекают электронные средства информации – учебники, сетевые ресурсы Интернета, методические разработки. Все это ставит медицинскую информатику в ряд наиболее развивающихся медицинских дисциплин.

Автор



ВВЕДЕНИЕ

Современное общество можно охарактеризовать как информационное пространство, в котором сосредоточена общность людей с различными профессиональными и жизненными навыками, безотносительно к степени образованности, возраста, пола и расы. Начиная с раннего детского возраста, ребенок сталкивается с компьютером и быстро ассимилируется в информационную среду, состоящую первоначально из игровых приставок компьютерных игр. С возрастом у человека возникает все больше и больше потребностей и задач, которые он может разрешать с помощью компьютера. Уже в школе информационные технологии начинают доминировать в процессе познания окружающего мира.

С развитием Интернета компьютер становится не только средством общения, но также источником всевозможных сведений, ранее порою недоступных и непонятных. Электронная почта становится обыденностью и постепенно вытесняет эпистолярный жанр. В Интернете образуются группы людей по интересам, осуществляется доступ к самым различным изданиям, как общего, так и специального, в том числе медицинского назначения. Огромное

значение для формирования современного человека приобрели Социальные сети.

Годы обучения в средних и высших учебных заведениях закрепляют и развивают полученные ранее навыки общения с компьютером. Постепенно компьютерная грамотность становится неизбежным атрибутом современного культурного человека.

Значительный прогресс в компьютеризации общества был обусловлен созданием глобальной компьютерной сети, или Интернета, который связал незримыми нитями всю нашу планету, все уровни среды обитания человека: дома, на работе, в клубе, гостинице, в уличной толчее. Современные технологии беспроводного доступа в Интернет обеспечивают надежную связь человека со всем миром. По Интернету можно получить практически все интересующие вас данные – о погоде, новых событиях дня, новинках литературы, войти и получить сведения в открытых базах данных по любому интересующему вопросу.

Значительный рост применения компьютерных технологий наблюдается в медицине и здравоохранении. Сейчас трудно представить себе современное лечебное учреждение без электронной регистратуры, аптечной сети, бухгалтерии, компьютеризированных рабочих мест врачей и среднего медицинского персонала. Часто компьютерные технологии связываются в единую сеть, которая включает в себя не только информационные средства, но и методы диагностики и лечения. Входит в практику обмен медицинскими данными между отдельными поликлиниками, больницами, университетскими центрами. Широкое распространение начинает получать новое направление оказания медицинских услуг – телемедицина. Она обеспечивает квалифицированную медицинскую помощь на удаленных от центра врачебных участках.

Мощным современным направлением компьютеризации медицины стали новые высокотехнологичные методы диагностики, такие как компьютерная и магнитно-резонансная томография, дистанционный мониторинг за состоянием больного в лечебном учреждении и на дому. Широко применяются цифровые методы при скрининге: цифровая флюорография для выявления туберкулеза легких, цифровая маммографии с целью обнаружения возможного рака молочных желез. Нарушения ритма сердца четко

диагностируются компьютером при проведении суточного холтеровского мониторинга.

Количество компьютеров, ныне работающих в современном здравоохранении, трудно, да и невозможно учесть, ибо их рост идет повсеместно и большими темпами. Подобная ситуация создает новый феномен – информационного медицинского общества, осуществляющего свои функциональные задачи в сложной и многоуровневой информационной среде.

Настоящее издание призвано познакомить читателя с основами медицинской информатики – своеобразного раздела информатики как науки, отличающегося, однако, некоторым своеобразием, исходящим из особенностей практической медицинской деятельности.

Медицинскую информатику, таким образом, можно определить как науку, изучающую приемы создания, обработки, хранения, защиты, передачи и представления данных в медицине и здравоохранении средствами компьютерной техники. Важным разделом медицинской информатики является также объективная оценка медицинских данных на основе теории принятия решений и доказательной медицины.

В системе образовательного процесса в медицине, как в средних, так и высших учебных заведениях, можно условно выделить несколько разделов, в частности такие как:

- медицинская информация и медицинские данные,
- системы представления медицинских данных, базирующиеся на компьютерной технологии,
- аппаратное обеспечение медицинской информатики,
- программное обеспечение медицинской информатики,
- коммуникация в медицине и здравоохранении,
- медицинские изображения,
- оценка информативности медицинских исследований,
- принципы доказательной медицины.

Каждый из вышеперечисленных разделов включает в себя обширный перечень вопросов, в той или иной степени близких непосредственно к медицине, либо представляющих собою частное приложение к общей информатике как отдельной области знаний.

Попутно отметим, что термин информатика – французского происхождения, образовавшийся в результате слияния терминов *Informacion* – информация и *Automatique* – автоматика. Им пользуются во Франции, некоторых странах Восточной Европы и России. В то же время в большинстве стран Европы, Азии и Америке (и заметим, в Интернете) более распространен термин *Computer Science* – наука о вычислительной технике. Данную особенность терминологии необходимо учитывать при международном общении и поиске необходимой информации в Интернете и периодической печати.

Глава 1

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1.1. ВИДЫ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Все биологически активные процессы, происходящие в человеческом организме, сопровождаются выработкой различных *сигналов* – электромагнитных, звуковых, механических. Сигналами в медицине могут быть также сведения о состоянии человека – например, его росте, массе тела, составе крови и других биологических жидкостей, сигналами являются объективные и субъективные признаки заболеваний – жалобы больного, лихорадка, желтуха, результаты физикальных исследований. Применительно к информационным технологиям в области организации здравоохранения сигналами служат различные цифровые показатели, например, заболеваемости, смертности; сигналами могут являться также сведения о финансовых, человеческих и материальных ресурсах, циркулирующих в сфере медицины, здравоохранения и связанных с ними областях хозяйственной деятельности.

При взаимодействии биологических сигналов, возникающих в организме человека, с физическими телами (детекторами) в последних могут возникать определенные изменения их свойств, которые регистрируются специальными приборами. У человека сигналы поступают в головной мозг для последующего анализа. И в том, и в другом случае происходит *регистрация сигналов*. За зарегистрированные сигналы в информатике называются *данными*.

Медико-биологические данные, касающиеся здоровых людей и больных, могут быть систематизированы в следующие группы:

1. *Количественные данные – параметры*; их можно охарактеризовать дискретными величинами: рост пациента, концентрация в крови форменных элементов и биологически ак-

- тивных веществ, заболеваемость туберкулезом в группе населения, количество ВИЧ-инфицированных больных и др.
2. *Качественные данные – признаки*; они не поддаются точной оценке, хотя и могут быть ранжированы (т.е. систематизированы по условным баллам: один балл, два балла и т.д.). К таким данным относятся, например, цвет кожных покровов, наличие болей, качество жизни человека и др. Качественные признаки, которые могут быть отнесены только к двум категориям (их наличию или отсутствию), называются *дихотомическими*.
 3. *Статические картины органов человека или всего его тела*; они отображают картину пациента человека, различных участков патологически измененных тканей, чаще всего с помощью средств лучевой диагностики – рентгенологической, радионуклидной, ультразвуковой, магнитно-резонансной; например, патологические изменения на рентгенограмме грудной клетки, сонограмме, изображение головного мозга на компьютерной томограмме. К статическим картинам относят фотографии макропрепаратов и гистологических срезов, эндоскопические изображения.
 4. *Динамические картины органов человека*; они получаются при непрерывной регистрации (на мониторе или жестком диске компьютера) движущихся органов, например, сердца, легких, при изучении быстроменяющихся картин прохождения по организму рентгеноконтрастных или радионуклидных веществ (при рентгенологическом исследовании пищеварительного тракта, радионуклидном исследовании сердца).
 5. *Динамические данные физиологических функций*: электрокардиограмма, электроэнцефалограмма, кривые, зарегистрированные при прохождении радиоактивного вещества по организму и др.

Таким образом, зарегистрированные сигналы, называемые теперь *данными*, могут иметь различную форму отображения. Однако приведенная выше группировка в известной степени условна, ибо одна и та же характеристика пациентов в зависимости от способов регистрации сигнала может выступать в различных

группах. Например, при радионуклидном исследовании почек полученные данные могут быть представлены в виде статического их изображения. Они могут быть представлены также в виде непрерывной динамической картины этих же изображений. При соответствующей компьютерной их обработке они могут иметь вид кривых, отражающих функцию почек, содержать числовые параметры и описательные протоколы. При исследовании кардиологического больного данные о состоянии сердца могут иметь вид кривых электрической активности (ЭКГ), визуального изображения отдельных камер сердца или сердечной мышцы при сонографии или магнитно-резонансной томографии, количественной и качественной характеристики работающего сердца и протекающей в нем крови.

1.2. ОЦЕНКА МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

При оценке медико-биологических данных следует четко выделять два различных понятия – *признак* и *параметр*, поскольку каждый из них по-разному обрабатывается средствами информационных технологий.

Признак – это характеристика пациента (или явления), которая может иметь только два значения: наличие или его отсутствие. Признаками являются, например, наличие болей, лихорадка, покраснение кожных покровов, припухлости в какой-то части тела, определение патологического образования на рентгенограмме грудной клетки, деформация зубцов ЭКГ.

Параметр – это величина, характеризующая свойство процесса, явления или системы в абсолютных или относительных величинах. Параметрами являются, например, показатели температуры тела и артериального давления, концентрации в крови отдельных веществ, изменение интервалов между зубцами на ЭКГ, размер выявленного патологического образования на рентгенограмме, распространенность заболевания среди населения.

Деление медико-биологических данных на признак и параметр, также как и в изложенной выше классификации данных, в какой-то степени условно. Для удобства обработки данных

на компьютере признак можно перевести в разряд параметра, если характеризовать данное свойство по условной шкале. Например, выраженность припухлости можно оценить в баллах: один балл, два балла и т.д., желтуху как проявление заболевания можно охарактеризовать уровнем концентрации билирубина в крови. Аналогичным образом параметр может стать признаком, если оценка его будет проводиться альтернативно (дихотомически): наличие или отсутствие повышенной температуры тела пациента (лихорадки), повышенного артериального давления крови (гипертензии). Все это нужно учитывать при подготовке данных для последующей информационной компьютерной обработки.

При подготовке медико-биологических данных для их последующей обработки, в том числе компьютерной, нередко возникает необходимость применения различных шкал измерения. Существует несколько таких шкал.

Шкала наименований – это группировка объектов и их производных в ряд непересекающихся классов. При этом считается, что все объекты, принадлежащие к одному классу, являются идентичными, а к разным классам – различными. К шкале наименований относятся симптомы и синдромы заболеваний. Так, к шкале наименования относится, например, классификация патологических затемнений легочных полей на рентгенограмме грудной клетки: они могут быть округлыми, треугольными, иметь очаговый или тотальный характер. Цвет кожных покровов может иметь обычную, желтушную, красную или синюшную окраску. Шкала наименования представляет собою наиболее простое деление свойств объектов.

Шкала порядка – это упорядоченная шкала наименований, на которой отражена, в основном, тенденция процесса. На такой шкале признаки объектов представлены в восходящем либо в нисходящем значении. На такой шкале, например, можно расположить в возрастающем порядке концентрацию гормонов в крови у больных с тиреотоксикозом, степень желтушности кожных покровов, скорость оседания эритроцитов крови.

Интервальная шкала – это шкала с наличием единицы измерения. Примером такой шкалы является шкала температур термометра, в котором единицей измерения является один градус (или его доля).

Шкала отношений – это интервальная шкала с нулевой точкой, т.е. имеющей такую точку, в которой данный параметр практически отсутствует. Примерами такой шкалы являются измерительная линейка, ростомер, весы.

1.3. ЭТАПЫ ОПЕРАЦИИ С МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИМИ ДАННЫМИ

В информационной технологии работы с данными, в том числе медицинского характера, существует несколько основных этапов операции с данными:

1. *Сбор и первичная обработка данных* – это накопление результатов исследований в том объеме, который задан условиями поставленной задачи или необходимостью принять адекватное решение. Существуют специальные правила, определяющие объем требуемых данных для каждого класса задач. Собранные данные подлежат первичной обработке, которая включает в себя отсечение «лишних», некорректно зарегистрированных сигналов. Первичная группировка реализуется по типу данных и классам изучаемых явлений.
2. *Оценка эффективности измерения данных* – это определение степени точности и величины погрешности зарегистрированных сигналов и полученных данных.
3. *Сохранение данных* – это регистрация данных в виде твердых копий или на магнитных носителях.
4. *Формализация и стандартизация данных* – это сведение всех полученных данных к единой форме, которая должна соответствовать требованиям компьютерной обработки и обеспечивать сопоставимость всех данных между собою, а также доступность их для всех заинтересованных пользователей.
5. *Фильтрация и очищение данных* – это отсеивание лишних сигналов, обусловленных неточностью работы регистрирующих приборов, некорректно собранной информацией о состоянии изучаемого явления. Этот способ используется также при объективно существующей неоднородности

- структуры и функционирования отдельных систем человеческого организма.
6. *Кодировка данных* – это унификация формы представления данных на бумажных или магнитных носителях.
 7. *Сортировка данных* – это упорядочение данных по заданному признаку или совокупности их характеристик.
 8. *Преобразование данных* – это изменение формы данных по заданному алгоритму или между различными типами носителей.
 9. *Сжатие и архивация данных* – это уплотнение данных на носителях и организация их хранения, нередко связана с изменением их формы.
 10. *Защита данных* – это приведение данных по специальному алгоритму к форме, которая недоступна для несанкционированного их использования (шифрование, или криптографическая обработка данных).
 11. *Транспортировка данных* – это передача данных на расстоянии с помощью механических или телекоммуникационных каналов связи.

1.3.1. Сбор и первичная обработка медико-биологических данных

Сбор данных – это накопление их в достаточной степени для того, чтобы принять адекватное решения или получить статистически значимый результат. Объем данных обычно задается заранее либо определяется анализом промежуточных результатов. Нередко объем данных ограничен объективно существующими обстоятельствами, например, ограниченным количеством больных, поступивших на лечение с конкретным исследуемым заболеванием.

Сбор данных – очень важная составляющая часть обработки первичного материала. Особенно это касается тех случаев, когда имеют дело с измерением медико-биологических сигналов. Все эти измерения, как бы точны они не были, обязательно имеют некоторую степень погрешности. Это может быть связано с ограниченной точностью инструментов, которыми проводятся измерения – линейки, электронного прибора или других технических

средств. Погрешность может быть обусловлена также и вариативностью самого измеряемого объекта, например, колебаниями биологических параметров человека во время исследования (суточные биоритмы), отсутствием достаточной фиксации тела человека в момент антропометрических измерений, наводкой по электросетям во время снятия биопотенциалов (ЭКГ, электроэнцефалография).

Перечисленные выше погрешности имеют случайный характер. Их влияние на точность измерения может быть уменьшено, если увеличить количество измерений объекта исследования или увеличить продолжительность каждого измерения (это касается, в основном, электрических величин). Погрешности такого рода носят название *случайных, или рандомизированных, ошибок*.

Другой вид погрешностей возникает при неправильной работе аппаратуры, калибровке лабораторного оборудования (электронных приборов, весов, тонометров и др.), технологии приготовления химических растворов в биохимических лабораториях, ошибок, допущенных в расчетах. Конечные результаты подобных измерений оказываются во всех случаях либо завышенными, либо заниженными, т.е. всегда однозначно искаженными. Такого рода ошибки носят название *систематических ошибок*. Единственная возможность их избежать – это тщательно контролировать исправность медицинской аппаратуры, проводить регулярную поверку в специальных лабораториях, следить за правильностью выполнения диагностических и расчетных процедур, корректно выполнять эти расчеты.

1.3.2. Оценка эффективности измерения данных

Для оценки эффективности методов измерения медико-биологических данных применяют ряд критериев, главными из которых являются:

Точность измерений – это соответствие результатов измерения истинному значению определяемой величины. Высокая точность измерения достигается при минимальных рандомизированных и систематических погрешностях.

Правильность измерений. Это качество измерения характеризует величину систематических погрешностей. Чем они меньше, тем более правильным оказываются измерения.


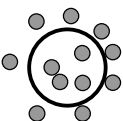
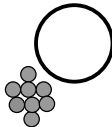
Показатели измерения	Нет ошибок	Рандомизированные ошибки	Систематические ошибки
«Охота за мишенью»			
Точность (достоверность)	Очень хорошая	Удовлетворительная	Плохая
Сходимость	Хорошая	Плохая	Очень хорошая

Рис.1.1. «Охота за мишенью». Связь между достоверностью (точностью) и сходимостью результатов, рандомизированными и систематическими ошибками исследований

Сходимость измерений. Данное качество измерения характеризует величину случайных ошибок. Чем они меньше, тем лучше сходимость измерения. Этот критерий показывает, насколько близки друг к другу измерения, выполненные в одинаковых условиях, т.е. в одной и той же лаборатории и на одном и том же приборе.

Воспроизводимость измерений. Этот критерий показывает, как близки между собою будут результаты измерений, выполненных в различных условиях, т.е. в различных лабораториях, на различных аппаратах и различными людьми.

На рис.1.1 представлено взаимоотношение систематических и рандомизированных ошибок, точности и сходимости измерений, условно обозначенное нами как «охота за мишенью». Как мы видим, *точность* измерений включает в себя в качестве обязательного критерия их *сходимость*. В то же время сходимые измерения из-за систематической ошибки могут оказаться *неточными*. Данное обстоятельство нужно обязательно учитывать при анализе всех медико-биологических данных.

Величину расхождения между измерениями, выполненными в одних и тех же условиях, обозначают как среднее квадратическое, или *стандартное, отклонение* (σ). Оно определяется по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}},$$

где $\sum(x_i - \bar{x})^2$ – сумма квадратов разностей каждого из измерения со средними величинами χ и χ^- , n – количество измерений.

Для обозначения средней величины серии измерений (одного или нескольких объектов) пользуются показателем $\bar{x} \pm \sigma$. В таких границах («значимых»), то есть от $\bar{x} - \sigma$ до $\bar{x} + \sigma$, будут располагаться 68,3% от всех проведенных измерений. Существуют более широкие границы значений – «зона предостережения» ($\bar{x} \pm 2\sigma$), которая включает в себя 95,5% всех измерений, и «контрольные границы измерений» ($\bar{x} \pm 3\sigma$), в пределах которых находятся 99,7% измерений.

Для того чтобы оценить вариабельность измерений внутри одной серии, то есть оценить сходимость результатов, прибегают к определению *коэффициента вариации* (КВ) по следующей формуле:

$$KB \% = \frac{\sigma \cdot 100}{x},$$

где σ – стандартное отклонение, χ – значение измерения.

Чем меньше коэффициент вариации, тем выше качество измерений. В медико-биологических исследованиях обычно допустимы измерения, у которых коэффициент вариации не превышает 10%.

Для того чтобы охарактеризовать точность, с которой определена какая-либо средняя величина, используют показатель «стандартная погрешность», или «стандартная ошибка» (t). Он составляет

$$t = \frac{\sigma}{\sqrt{n}},$$

где σ – стандартное отклонение, n – количество измерений.

Стандартная погрешность позволяет, кроме того, сопоставить результаты измерений, выполненных в различных лечебных учреждениях или произведенных различными методами исследования. Для этого нужно определить достоверность различия двух средних арифметических \bar{x}_A и \bar{x}_B . Выполняют это с помощью t – критерия Стьюдента. Критерий Стьюдента определяется по формуле

$$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{m_A^2 + m_B^2}},$$

где \bar{x} – среднее значение измерений, m – стандартная ошибка в сериях измерений A и B . Чем больше критерий Стьюдента, тем достовернее различие между изучаемыми сериями измерений.

В табл. 1.1 приведены максимально допустимые значения критерия Стьюдента для пятипроцентного риска ошибочных заключений, что вполне приемлемо в практической медицине.

Таблица 1.1

**Значения критерия Стьюдента
для 5% вероятности ошибки ($p < 0,05$)**

Число измерений	Значение t-критерия
2	12,71
3	4,30
4	3,18
5	2,78
6	2,57
7	2,45
8	2,37
9	2,31
10	2,26
11	2,23
12	2,20
13	2,18
14	2,16
15	2,15
...	...
30	2,04
100	1,98
1000	1,96

Значимость одного измерения, например, пульсового давления или радиоактивности пробы, определяют с помощью *относительной стандартной погрешности* (z) по формуле

$$z = \frac{100 \cdot \sqrt{N}}{N}$$

где N – количество отсчетов.

Из сказанного ясно, что чем большее количество отсчетов выполняется во время исследования, тем меньше стандартная относительная погрешность (говорят, что «лучше статистика» счета).

Увеличение количества отсчетов, в частности увеличение числа зарегистрированных сигналов (квантов, частиц, эхо-сигналов и т. п.) на единицу изображения на мониторе или в единицу времени сопровождается уменьшением погрешности регистрации, что приводит к улучшению качества получаемых данных, будь то числовая характеристика процесса или изображение органа. Поэтому повысить качество любой диагностической системы можно двумя путями: либо увеличить интенсивность потока энергии, которая создает диагностические данные (например, увеличить количество вводимого в организм пациента с диагностической целью радиоактивного вещества), либо повысить чувствительность регистрирующих систем.

Для того чтобы оценить сходимость результатов измерений одним и тем же методом, но выполненных в двух различных лечебных учреждениях, или воспроизводимость результатов измерений одного и того же показателя, выполненных в одной лаборатории, но различными методами исследования, определяют *F-критерий*:

$$F = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_B^2},$$

где σ – стандартное отклонение измерений, выполненных методами А и В.

Минимальная величина *F-критерия*, которая допустима в медицинской практике, показана в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Минимально допустимая (критическая) величина критерия *F*

Число измерений в серии В	Число измерений в серии А				
	2	3	4	5	6
2	4052	4999	5403	5625	5674
3	98,49	99,01	99,17	99,25	99,30
4	34,12	30,82	29,46	28,71	28,24
5	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52
6	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97

1.3.3. Сохранение данных

Сохранение данных осуществляется на носителях. Среди носителей самым распространенным пока еще является бумага. Ее преимущества хорошо известны – простота использования, доступность, низкая стоимость. Недостатком бумажных носителей являются сложность обработки и накопления данных, выполнение различных операций с данными. В отечественной медицинской практике, несмотря на постоянно растущее влияние компьютерных технологий, бумажные носители по-прежнему являются основными. Это – истории болезни, амбулаторные карты пациентов, многочисленные статистические отчеты, журналы записи назначений и др. Некоторые из них стандартизованы по специальным формам, утвержденным Минздравсоцразвития РФ.

На современном этапе развития медицины вся циркулирующая в ней информация постепенно переходит из бумажной в цифровой формат. Это закреплено приказом Минздравсоцразвития России №1026н от 24 декабря 2009 г. «О порядке формирования, использования, хранения, приема и передачи документов в электронной форме...». Помимо документации, современный врач имеет в своем распоряжении большое число электронных материалов: рисунков, фотографий, фильмов, презентаций и т.п. Поэтому важно ориентироваться в существующих средствах хранения информации в электронном виде. В общем виде они носят название *внешних съемных устройств памяти*. По физическому типу они подразделяются на *магнитные* и *оптические*. Все они подсоединяются через универсальный разъем USB или по технологии Bluetooth к любому компьютеру. При нижеследующем описании отдельных видов этих устройств мы укажем объем их памяти, достигнутый к моменту написания учебника – к 2012 году. Естественно, что этот показатель в дальнейшем будет существенным образом увеличен. И еще одно замечание: при указании объема памяти любого устройства приводятся лишь физические ее свойства. Реальный же объем *дисковой памяти* всегда будет несколько меньше.

Флэш-память (флэш-карта) – одно из наиболее распространенных и стремительно развивающихся устройств памяти. Физически она представляет собою это энергонезависимые микросхемы емкостью до 64 Гбайт. Эти носители отличаются дешевизной,

компактностью, механической прочностью, удобством хранения и пользования. Существует два основных типа применения флэш-памяти в компьютерных технологиях: в качестве мобильного носителя информации и как хранилище программного обеспечения для «прошивки» цифровых устройств. Эта необходимость нередко возникает в процессе их эксплуатации. Зачастую эти два применения совмещаются в одном устройстве.

Другим съёмным устройством памяти является внешний *накопитель на жестком магнитном диске, или внешний винчестер* (HMDD – *hard (magnetic) disk drive*). Он соединяется с компьютером с помощью разъема USB или по технологии беспроводной связи Wi-Fi. Привлекательным свойством внешних накопителей на жестких дисках является большой объем их памяти. В современных моделях он может достигать 1 Тбайта. Поэтому основное его назначение – это резервное копирование больших объемов информации, в том числе и медицинской.

Несмотря на все преимущества внешних магнитных накопителей, их отличает одно общее свойство – уязвимость при вирусных атаках. *Поэтому особо важные информационные материалы рекомендуется сохранять в виде дополнительных резервных копий на оптических дисках.* Необходимо отметить и другую, не менее важное их свойство: они сами могут стать разносчиками опасных вирусов. Поэтому существует другое правило: *на компьютере, содержащем важные информационные материалы, не рекомендуется использовать чужие, непроверенные внешние магнитные носители.*

Другой тип внешних носителей памяти – оптические диски. Диски *CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory* – компакт-диск только для чтения) в зависимости от диаметра (80 мм и 120 мм) имеют емкость 128 или 700 Мбайт. Это – одно из основных устройств для хранения и передачи информации. С его помощью реализуют различные программные продукты: собственно компьютерные программы, различные издания, галереи изображения, учебные архивы и пр.

Другой тип дисков позволяет осуществлять запись информации на них непосредственно с рабочего компьютера:

- *CD+R (Compact Disc Recordable* – записываемый компакт-диск) – предназначен для однократной записи информации,

- *CD-RW (Compact Disc ReWritable* – перезаписываемый компакт-диск) – позволяет записывать различные информационные материалы многократно.

Оптические диски *DVD (Digital Versatile Disc* – цифровой многоцелевой диск). Они обладают большей емкостью хранения информации – 4,7 Гбайт. Также как и компакт-диски, они могут быть *записываемыми (DVD-R)*, но емкость дисковой памяти при этом имеет максимальную емкость 3,9 Гбайт. Аналогичные, но *перезаписываемые диски (DVD-RAM)* имеют емкость 2,6 Гбайт.

Существуют диски с повышенным объемом хранения информации за счет создания двухслойности записи – *двухслойные диски (DVD-DL – Double Layer)* и *двухсторонние диски (DVD-DS – Double Sides)*. И двухслойные и двухсторонние DVD-диски имеют большую емкость памяти – до 7–8 Гбайт. Емкость двухсторонних и одновременно двухслойных дисков доходит до 17 Гбайт.

Диски формата *Blu-ray* (англ. *blue ray* – синий луч; написание *blu* вместо *blue* – намеренное, чтобы зарегистрировать торговую марку) пришли на смену дискам *HD DVD (High Definition DVD* – диски высокого разрешения). Диски *Blu-ray*, работают в сине-фиолетовой части лазерного спектра – 405 нм. Емкость их памяти огромная. Она варьирует от 25 Гбайт (у однослойных) до 125 Гбайт (у четырехслойных). В последние годы эта линейка внешних устройств памяти обогатилась записываемыми дисками – *BD-R* (для однократной записи) и *BD-RE* (для многократной записи). Начат выпуск дисков *Blu-ray* уменьшенного диаметра (80 мм) с объемом памяти 14,5 Гбайт, которые предназначены для портативных цифровых устройств.

Существуют специальные компьютерные программы *кодеки* (англ. *codec*, от *coder/decoder* – шифратор/дешифратор), которые способны выполнять преобразование данных или сигналов. Кодеки могут как кодировать поток/сигнал для передачи, хранения или шифрования, так и раскодировать их. Большинство кодеков используют сжатие с потерями, чтобы получать приемлемый размер готового (сжатого) файла. Существуют также кодеки, сжимающие без потерь. Однако для большинства применений этих программ в медицине вы-

годнее кодеки с потерями информации, так как малозаметное ухудшение качества оправдывается значительным уменьшением объема данных.

1.3.4. Формализация и стандартизация данных

Формализация данных – это приведение их к единой унифицированной форме. Формализация обеспечивает сопоставимость результатов различных исследований, повышает степень их доступности для любых заинтересованных специалистов. Наиболее часто в медицинской практике формализации подлежат отчетные документы, истории болезни, карты амбулаторного больного, протоколы исследования больных, результаты анализов.

В основе формализации данных, как правило, лежит принцип их *стандартизации*. Это позволяет оптимизировать весь процесс формализации, свести к минимуму возможные погрешности при последующей работе с данными.

В Законе РФ «О стандартизации» приводится следующее определение стандартизации: «Стандартизация – это деятельность по выработке и утверждению норм, правил и характеристик в целях обеспечения:

- безопасности продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции;
- качества продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологии;
- единства измерений;
- экономии всех видов ресурсов;
- безопасности хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций;
- обороноспособности и мобилизационной готовности страны».

Все положения, изложенные в Законе РФ о стандартизации, абсолютно обязательны при работе в сфере информационных технологий в медицине и здравоохранении. В настоящее время всеобщепотребительной практикой является формализация параметрических данных о пациенте на основе междуна-

родного стандарта *СИ*. Для обмена цифровыми ЭКГ внутри лечебного учреждения и за его пределами служит стандарт *SCP-ECG (Standard communications protocol for computerized electrocardiography)*. Основным медицинским коммуникационным стандартом для передачи медицинских изображений (рентгенограмма, компьютерных рентгеновских, ультразвуковых и магнитно-резонансных томограмм) является международный стандарт *DICOM 3.0 (Digital Imaging and Communications in Medicine, версия 3.0)*. В данном стандарте работает большинство современных аппаратов для лучевой диагностики – рентгеновской, ультразвуковой, радионуклидной, магнитно-резонансной, а также другие методы цифровой визуализации – эндоскопия, микроскопия и др.

Для обмена различными медицинскими данными по локальным, корпоративным и общемировым компьютерным сетям применяется стандарт *HL7 (Health Level Seven)*. Им кодируются истории болезни, амбулаторные карты, протоколы исследований и другие медицинские документы. Существует целый ряд других отраслевых стандартов. Большинство из них являются международными и относятся к так называемым «открытым системам» – *OSI (Open System Interconnection)*, т. е. имеют свободный к ним доступ. Контролирует всю стандартизацию, в том числе и медицинскую, Международный комитет по стандартизации – *International Standards (ISO)*. Последняя аббревиатура является признаком того, что данный стандарт является международным и рекомендуется к применению во всем мире. Действующие в настоящее время международные стандарты *OSI-ISO* приведены ниже:

- *DICOM 3.0* – стандарт обмена медицинскими изображениями.
- *IHE* – стандарт интеграции информационных систем.
- *HL7 (FAQ, News)* – стандарт обмена медицинскими данными.
- *ASCI X12* – стандарт обмена электронными документами.
- *IEEE P1157 («MEDIX»)* – стандарт обмена медицинскими данными.
- *CDA* – стандарт архитектуры клинических документов.
- *ASTM E3.11* – стандарт обмена данными лабораторных тестов.
- *CCOW* – стандарт клинического контекста.

1.3.5. Фильтрация и очищение данных

Фильтрация и очищение данных являются существенными составляющими медицинской практики. Суть этого этапа работы с информацией состоит в отсеивании лишних данных, которые не нужны в решении конкретной задачи. Следует учитывать и то обстоятельство, что медицинские данные в отличие от других имеют характерные особенности.

Во-первых, одно и то же заболевание может иметь различные проявления в зависимости от стадии течения болезни и индивидуальных особенностей пациента.

Во-вторых, одинаковые симптомы могут сопутствовать различным заболеваниям, порою значительно отличающихся по прогнозу.

В-третьих, в медицинской практике всегда имеется вероятность пропуска необходимых для принятия решения данных (отсутствие аппаратуры, финансов, неотлаженный алгоритм обследования пациентов).

В-четвертых, при регистрации биологических сигналов от такого сложного объекта, каким является человек, неизбежно возникает большое количество помех, которые не могут быть полностью исключены даже при самой совершенной фильтрации поступающих сигналов.

В-пятых, что самое существенное, окончательное решение медицинской проблемы всегда имеет социально окрашенный характер и, следовательно, последнее слово, вслед за компьютером любой сложности, остается за медицинским работником.

Иногда фильтрацию и сортировку медицинских данных осуществляют вручную, суммируя и последовательно анализируя накапливаемые исследования. В некоторых типах медицинских аппаратов предусмотрены встроенные системы группировки параметров по заданным критериям и устройства автоматического обнаружения ошибок в исследованиях, а также первичная фильтрация зашумленных и деформированных сигналов.

1.3.6. Кодировка данных

Суть этапа кодировки данных состоит в приведении полученных параметров к единой форме, которая удобна и необхо-

дима для их обработки на компьютере. Чаще всего применяется *двоичное кодирование*, заключающееся в том, что все данные представляются в виде последовательности всего двух знаков – 0 и 1. Каждый из этих знаков называется битом (от англ. *bit* – *binary digital*). Совокупность таких цифр, составленная в определенной последовательности, позволяет отобразить любой объем данных. Так, например, двумя битами можно кодировать 4 значения данных: 00 11 01 10, тремя битами – уже 8 значений: 000 111 100 011 010 101 110 001. Каждый раз, увеличивая разрядность кодирования на одну единицу, мы в два раза увеличиваем количество данных, подлежащих кодированию. Подобным образом кодируются все целые и действительные числа, а также все алфавиты – русский и иностранные (в основном английский). Современная международная 16-разрядная система кодирования *UNICODE* позволяет кодировать 65 536 различных символов, что достаточно для размещения в компьютере всех существующих на планете языков.

Кодирование графических данных, в частности медицинских изображений – рентгенограмм, ультразвуковых сканограмм, анатомических препаратов, графиков, диаграмм, иллюстраций может выполняться в черно-белом и цветном вариантах. Обычно черно-белые изображения кодируются в 256 уровнях серой шкалы (от абсолютно черного до белого цвета). Цветные изображения кодируются более сложно. Чаще всего применяется принцип декомпозиции цвета на три основных цвета: *красный (Red, R)*, *зеленый (Green, G)* и *синий (Blue, B)*. Такая система (восьмиразрядная) позволяет кодировать с приемлемым качеством все оттенки цветного изображения. По первым буквам основных цветов она обозначается RGB.

Более совершенной, но и более сложной является система 16-разрядного кодирования (*режим High Color*). Еще более совершенной является система 24-разрядного кодирования, которая приближается к чувствительности человеческого глаза. Количество оттенков цвета здесь достигает 16,5 млн. Такое изображение называется *полноцветным (True Color)*. При выборе системы кодирования графических изображений следует учесть, что чем больше разрядной она является, тем больше поглощает

она аппаратных и программных ресурсов компьютера. Следовательно, при обработке медико-биологических данных и выборе метода кодирования нужно придерживаться принципа *разумного и достаточного*.

1.3.7. Сортировка и структурирование данных

Большинство собранных медицинских данных являются весьма неоднородными по характеру, имеют разнообразную форму и вид. Наименьшей единицей измерения данных является *байт* (он равняется 8 битам). Одним байтом, как правило, кодируется один символ текстовой информации. Два логически взаимосвязанных байта составляют *слово*. Условно 1000 байт составляет 1 Кбайт, 1000 Кбайт = 1 Мбайт, 1000 Мбайт -- 1 Гбайт, 1000 Гбайт = 1 Тбайт.

При организации упорядоченных структур медицинских данных пользователь компьютерных технологий должен иметь представление об ориентировочном объеме этих данных. Так, одна страница машинописного текста может иметь объем в зависимости от используемого формата от 10 до 30 Кбайт. Значительный объем имеют медицинские диагностические изображения. В зависимости от размеров матрицы и ее строения изображение органов человека, например, на радионуклидной скинтиграмме будет иметь объем несколько сот Кбайт, а вот уже цифровые рентгенограммы грудной клетки, кровеносных сосудов, молочных желез по своему объему могут достигать 5-10 Мбайт.

В качестве единицы хранения данных в информатике принят файл. *Файл – это определенное количество данных, хранящихся в памяти компьютера и имеющих уникальное собственное имя*. В медицинской информатике файлом могут являться страницы текста (истории болезни, отчеты, отдельные записи), визуальные картины (гистологический срез, ультразвуковая сканограмма, рентгенограмма). Файлами могут быть учебные или иллюстративные видеofilмы, звуковой ряд (музыка, речь, зарегистрированные тоны сердца, сосудистые шумы). Каждый файл имеет атрибуты, которые включают в себя имя файла и тип содержимого, дату и время создания, имя владельца, размер, права и метод доступа к нему. Для идентификации типа файла использую *расширения*.

Уникальность имени файла очевидна, ибо это обеспечивает единственно правильный путь к нему доступа. Хранение файлов осуществляется в иерархической структуре, которая называется *файловой структурой*. На вершине файловой структуры указывается имя магнитного носителя. Далее файлы группируются в *каталоги*, или *папки*. Внутри каждой папки (каталога) могут быть созданы *вложенные папки (каталоги)*. Характерным примером такой структуры в медицинской документации может служить электронная история болезни.

Полное имя файла включает в себя наряду с собственным именем файла также и путь доступа к нему. Например:

C:\заболевание\инфекционные\легкие\пневмония.doc.

В этом примере: «C» – имя носителя (диска), «заболевание» – адрес коренного каталога, «инфекционные\легкие» – вложенные в каталог папки, «пневмония» – имя файла (страницы), «doc» – расширение файла.

Существуют также другие расширения, которые определяет его тип: *.exe, .com* – программы, *.txt, .doc* – текстовые файлы (документы), *.bmp, .gif, .jpg* – графические файлы, *.avi* – видеофайлы. Необходимо добавить, что только расширения *.exe* и *.com* служат признаками исполняемости указанных файлов. Для работы с файлами, имеющими другие расширения, на компьютере пользователя должны быть установлены специальные программные служебные модули.

Структурирование медицинских данных – это упорядочение массива данных по заранее заданному алгоритму. Существует три основных типа структурирования данных: *линейный, табличный и иерархический*. Для каждого из вышеуказанного типа характерны свой принцип разделения данных и система адресации элементов.

Линейные, или списочные, структуры данных состоят из простого перечня элементов данных. Подобную структуру, например, имеет список больных, находящихся в отделении. Чаще всего этот список представляет собою журнал, где каждый пациент зарегистрирован построчно. При этом разделителем элементов является конец каждой строки. Например:

1. Сидоров П. Е.
2. Куликов И. С.
3. Семенов В. П. и т.д.

В таких случаях нахождение нужного элемента решается очень просто: он определяется по номеру строки, например, №2 – Куликов И.С.

Разделителем элементов может быть и какой-либо специальный символ, например, символ . Тогда линейная структура данных приобретет следующий вид: Сидоров П.Е. Куликов И.С. Семенов В.П и т.д. В такой структуре нужный элемент с номером n разыскивается по формуле $n-1$, где n – число разделителей, начиная с первого, зарегистрированного в строке. Заканчивается искомым элементом тогда, когда будет зарегистрирован следующий за искомым элементом разделитель.

Табличные, или матричные, структуры данных представляют собою таблицы, разбитые на ячейки горизонтальными и вертикальными линиями. Совокупность ячеек по горизонтали называется строкой, по вертикали – столбцом. Каждая ячейка содержит отдельный элемент данных (ячейка может быть и пустой). Пример такой структуры данных приведен в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Табличная (матричная) структура данных

Ф.И.О. пациента	Диагноз заболевания	Температура тела, °С	Рост пациента, см	Масса тела пациента, кг
Сидоров П.Е.	Холецистит	37,7	171	87,3
Куликов И.С.	Панкреатит	38,4	168	66,7
Семенов В.П.	Пневмония	39,1	180	96,6

Другим примером табличной структуризации данных является офисное приложение *MS Excel*, которое часто используется при обработке медицинской информации.

Адресация элементов в таблицах осуществляется двумя параметрами – номерами (или буквенными указателями) столбца и строки, например, А,7; В,5. В медицинской практике иногда приходится иметь дело с таблицами, все ячейки которых имеют одинаковую длину. Такие таблицы называются *матрицами*. С матрицами сталкиваются, например, при тестировании биосубстратов, определении диагностической эффективности различ-

ных методов исследования. Недостатком линейной и табличной структур данных является неудобство их развития. При добавлении какого-либо нового элемента внутри этих структур будет изменяться адресация всех других элементов.

Ниже приведен пример (рис.1.2) *иерархической структуры данных*. Она используется при сложной зависимости отдельных элементов, нерегулярности данных, а также при выполнении классификационных схем. Этот принцип лежит также в основе построения файловой структуры хранения данных в компьютерах.



Рис. 1.2. Иерархическая структура данных

Адрес элемента в иерархической структуре определяется путем доступа (маршрута), который начинается у вершины структуры и оканчивается в искомом элементе. Так, например, в приведенной схеме доступ к митральным порокам сердца осуществляется по маршруту: *заболевания сердца* → *приобретенные пороки* → *митральные пороки*.

Иногда медицинские данные могут представляться более упрощенно – в *дихотомическом виде* (рис.1.3). В дихотомической схеме построения данных путь доступа к искомому элементу указывать проще и короче. Его можно обозначить как серию поворотов маршрута налево (0) или направо (1) и отобразить в виде двоичной записи. Например, в указанной схеме митральные пороки у взрослых могут быть найдены по маршруту *01*.

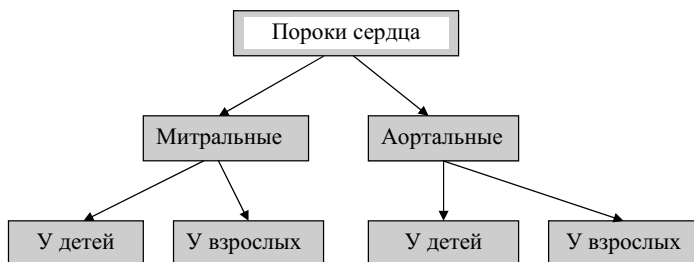


Рис.1.3. Дихотомическая система группировки данных

Преимуществом иерархической и дихотомической структур данных, по сравнению с табличными и списочными методами, является более простой способ развития схемы: при этом необходимо лишь удлинить запись маршрута.

1.3.8. Преобразование данных

В медицинской практике данные могут сохраняться в различном виде – аналоговом или цифровом, на бумажных или магнитных носителях. Это касается всей медицинской документации, результатов медико-биологических исследований, данных клинического и инструментального обследований пациента. Необходимость в преобразовании данных возникает при изменении формы хранения данных, подготовке их для компьютерной и статистической обработки, а также при их транспортировке.

Часто медицинский работник сталкивается с необходимостью перевести данные с бумажных на магнитные носители, т.е. ввести их в память компьютера. Письменный или машинописный текст можно ввести в компьютер с помощью *сканера* или *цифровой камеры* и получить таким образом *факсимильную репродукцию документа*. В ряде случаев содержание документа может вводиться в компьютер без промежуточного бумажного носителя, путем непосредственного набора на клавиатуре компьютера (*заполнения форм*). Такой способ представления данных носит название *электронного документа*. Преимуществом электронного документа является возможность обработки его средствами офисных прило-

жений, в частности текстовым редактором, а также доступность для шифровки содержащихся в нем данных.

При необходимости получить электронную версию документа из факсимильной его репродукции используется компьютерная программа распознавания текста *Fine Reader*.

Если нужно транспортировать цифровые данные, полученные компьютерным путем, по телефонным линиям связи, которые ориентированы на передачу аналоговых сигналов, служат специальные приспособления – *модемы*. С их же помощью выполняются также и обратный процесс – перевод полученного аналогового сообщения в цифровой вид.

Значительное распространение в медицинской практике получили *аналого-цифровые преобразователи*, или сокращенно *АЦП*. Они обеспечивают преобразование аналогового сигнала, получаемого с различных датчиков биологических функций человека (анализаторов биопотенциалов – ЭКГ, энцефалография, инфракрасные излучения, электрическое сопротивление кожи и др.) в цифровой вид, необходимый для компьютерной обработки. Данное направление особенно широко применяется при мониторинге биологических функций. Значительное распространение АЦП получили в преобразовании аналоговых медицинских изображений в цифровой вид. Это дает хороший эффект при исследовании органов человека средствами лучевой диагностики (рентгенологической, радионуклидной, ультразвуковой), при лапароскопии и эндоскопии. Для обратного преобразования данных – из цифровой формы в аналоговую – служат приборы обратного действия – *цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП)*.

При необходимости получить медицинские данные (документы, медицинские диагностические изображения), хранящиеся в магнитной памяти компьютера, на твердых носителях (на бумаге или пленке) используются принтеры, преимущественно лазерные, а также специальные фотокамеры (лазерные, инфракрасные, работающие в зоне видимой части светового спектра).

1.3.9. Сжатие и архивация данных

Общеизвестна достаточно высокая стоимость хранения данных на магнитных носителях и особенно передачи их по линии

ям связи, поэтому существует необходимость, по-возможности, уменьшать их объем, разумеется, не жертвуя при этом их качеством.

В принципе любая сумма данных, циркулирующих в медицине, является в той или иной степени избыточной (и очень редко недостаточной). Степень этой избыточности зависит от вида данных. Так, видеofilm, получаемый, например, при рентгеноконтрастном исследовании сердца, или аускультативный звуковой ряд имеют степень избыточности в несколько раз большую, чем графические данные (рентгенограмма контрастированного сердца при том же исследовании). В свою очередь, избыточность графических данных значительно превышает таковую у текстовых данных. Интересен тот факт, что русский текст более избыточен, чем, например, английский или немецкий.

В медицинской практике избыточность данных используется для повышения качества информации. На этом принципе строятся многие статистические выкладки. Увеличение количества данных улучшает качество восприятия их человеком, например, видеofilm или звука. Одна при хранении и передаче данных по каналам связи величина их объема приобретает критическое значение. Поэтому в информационных технологиях широкое распространение получили *методы сжатия данных*. Близкий по содержанию к нему термин – *архивация данных*. Осуществляют эти операции с данными с помощью программ, называемых *архиваторами*.

Выделяют два варианта сжатия (архивации):

1. *Сжатие (архивация) файлов и папок*, которое применяется при подготовке данных к хранению, особенно на переносных магнитных носителях, и транспортировке их по электронным каналам связи.
2. *Сжатие (архивация) дисков* используется в целях увеличения их рабочего пространства.

Обе эти процедуры могут выполняться двумя способами: 1) с *частичной потерей данных* при последующем разархивировании папок и файлов, 2) с полным восстановлением содержания данных при разархивировании. Первый способ позволяет сжать исходную совокупность данных в десятки раз. Он применяется при работе с данными, для которых потеря их части существенно

не отражается на их использовании и восприятии: медицинские изображения, рисунки, мультимедийные комплексы, звукозапись. Следует, однако, отметить, что сжатие медицинских изображений (рентгенограмм, томограмм и др.) более чем в 5 раз приводит к некоторым искажениям, которые нужно учитывать в практической работе медицинского учреждения. Второй способ более щадящий: совокупность данных сжимается всего в несколько раз, иногда всего в 1,5–2 раза. Это сжатие применяется для тех данных, при разархивировании которых утрата даже небольшой их доли существенно отражается на их содержании. К таким данным относятся все текстовые документы, базы данных, программы.

Основными программами для сжатия данных с потерей являются: для графических данных – *JPG*, для видеофильмов – *MPG*, для звукозаписи – *MP3*. Характерными программами (точнее форматами) для сжатия данных без их потери при разархивировании являются: для графических данных – *GIF*, *TIF*, *PCX*, *DjVu*, для видеофильмов – *AVI*, для любых типов данных – *ARJ*, *ZIP*, *RAR*. При разархивировании (распаковке) данных применяют программы *PKUNZIP.EXE*, *UNRAR.EXE* и некоторые другие.

Следует учесть, что если сжатые данные передаются другому лицу – по каналам связи или на внешних носителях – у получателя этих данных должны быть программы по адекватному их разархивированию. Если таковой у получателя нет, отправляющий должен прикрепить к отправляемому архиву короткий специальный программный модуль. Такие архивы данных носят названия *самораспаковывающихся*. Их наименование заканчивается расширением *.EXE*.

Необходимо отметить, что современное программное обеспечение позволяет не только осуществлять архивацию и разархивацию файлов и папок, но помогает также выполнять ряд дополнительных функций. С его помощью можно осуществлять тестирование архивов, восстановление поврежденных архивов, извлечение одного или нескольких требующихся файлов из архива и добавление в него новых, создание распределенных архивов на нескольких переносных носителях или на жестком диске (например, программы *.WINZIP*, *.WINRAR*). Такие программные средства носят название *диспетчеров архивов*.

1.3.10. Защита данных

При хранении медицинских данных на магнитных носителях, особенно когда они циркулируют по локальным внутрибольничным сетям и уж тем более, когда они передаются по Интернету, возникает необходимость защиты данных от несанкционированного доступа. Нежелательность подобного постороннего доступа к больничным документам очевидна. Это не только медицинская проблема сохранения врачебной тайны, но в значительной степени проблема также юридическая и финансовая.

Наиболее просто защита данных в архивах осуществляется с помощью *паролей (password)*, запрашиваемых при попытке запустить требуемый файл. Иногда дополнительно запрашивается *имя пользователя (login)* для авторизации доступа к искомым данным. Следует учесть, что в принципе любой пароль может быть вскрыт путем перебора. Поэтому защита паролем применяется к данным, не имеющим особой важности. И, тем не менее, он достаточно широко распространен в медицинских компьютерных технологиях. Нелишне отметить, что стойкость пароля возрастает: во-первых, с увеличением количества знаков, составляющих пароль, во-вторых, с введением в него знаков препинания или специальных символов, и, в-третьих, при использовании русского алфавита.

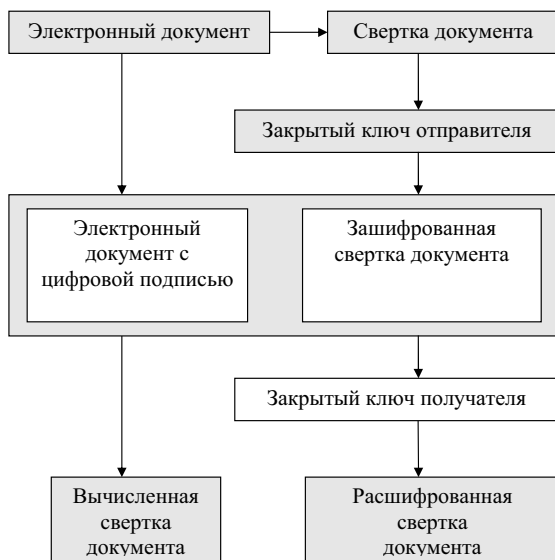
Более серьезный способ уберечь данные от несанкционированного доступа – использовать *метод шифрования* (т.е. применить к документу *ключ*). Существует специальная наука о шифровании информации – *криптография*. При использовании ключа данные уже не могут быть восстановлены с помощью стандартных программных средств. Лишь человек, владеющий ключом, может прочесть нужный ему документ. При передаче данных по корпоративным сетям или через Интернет получатель документа, оба пользователя на обоих концах цепочки – и отправитель, и получатель, естественно, должны иметь эти ключи.

При передачи данных по коммуникационным сетям используют два вида шифрования: *симметричный и асимметричный*. В первом случае оба пользователя применяют для криптографического процесса один и тот же ключ. Неудобство такого метода очевидно: отправитель должен каким-то образом передать шифровальный ключ, что представляет собою трудную проблему.

При *асимметричном шифровании* используют два разных ключа: *открытый* (*public – публичный*) и *закрытый* (*private – личный*). Ключи устроены таким образом, что документ, зашифрованный *одним* ключом, можно расшифровать только *другим* ключом. Каждый участник обмена данными имеет в своем распоряжении одну пару ключей – открытый и закрытый. Идея такого подхода состоит в том, что обменивающиеся данными люди широко распространяют свой *открытый* ключ (например, публикуя его на сервере), но надежно сохраняют свой *личный* ключ. Криптоустойчивость ключей определяется их размерами (в битах). Чем больше бит содержит ключ, тем труднее он поддается взлому. Современные ключи имеют размерность 64–128 бит и выше. Шифрование с ключом 128 бит и выше считается *сильным*. Вместе с тем более длинные ключи имеют более сложные алгоритмы дешифровки и требуют больших аппаратных ресурсов.

Например, отправитель данных (*первый пользователь*) шифрует свое сообщение *открытым ключом получателя* (*второго пользователя*). Второй пользователь дешифрует полученное сообщение *своим личным ключом*. Обратное сообщение *второй пользователь* шифрует своим *закрытым ключом*, которое *первый пользователь* дешифрует *открытым ключом второго пользователя*. Таким образом, первый пользователь абсолютно уверен в том, что его послание получено *нужным адресатом* и никем иным. Асимметричное шифрование получило особенно широкое распространение в телемедицине, банковском деле, при обмене данными между коммерческими организациями.

При обмене медицинскими документами, имеющими важное юридическое значение, актуальным вопросом становятся авторизация отправителя и удостоверение в подлинности полученного документа. Осуществляется это путем *электронной подписи*, положение о которой регламентируется Законом РФ «Об электронной цифровой подписи» от 10.01.2002 №1-ФЗ. *Цифровая подпись основана на асимметричной процедуре шифрования и, следовательно, она обеспечивается такой же парой ключей – открытым (публичным) и личным (закрытым) ключами*. Так, например, если лечебное учреждение отправляет банку поручение на работу со своим счетом, оно кодируется *публичным* ключом банка, а лич-



Если свертки совпадают – документ подлинный

Рис.1.4. Процедура работы с зашифрованными документами.

ная подпись – *личным* ключом руководителя учреждения. Банк расшифровывает поручение своим *закрытым* ключом, а подпись руководителя – его *публичным* ключом. Применительно в телемедицинской проблеме передачи данных через Всемирную глобальную сеть или внутри корпоративной закрытой медицинской сети процедура работы с зашифрованными документами выглядит следующим образом (рис.1.4).

Все ключи пользователей подлежат обязательной сертификации. Осуществляет это специальное подразделение лечебного учреждения, которое состоит из электронного реестра сертификатов (база данных с открытыми ключами пользователей), бюро регистрации сотрудников и, наконец, удостоверяющий центр, в котором выполняется авторизация пользователей. В физическом плане электронный ключ представляет собою машинный магнитный носитель (флэш-карта), который содержит в себе программы чтения-записи и генерации ключей, шифрования и цифровой подписи документа.

В России федеральным законом № 63-ФЗ от 6 апреля 2011 г. наименование «электронная цифровая подпись» заменено словами «электронная подпись» (аббревиатура — «ЭП»). Она должна обязательно иметь сертификат ключей, полученный в Национальном удостоверяющем центре. В приложениях Microsoft Office 2010 Word, PowerPoint, Excel и InfoPath имеются встроенные инструменты для организации электронной подписи документов.

Существуют также *сеансовые (сессионные) ключи*. Они создаются двумя пользователями, обычно для защиты канала связи. Сеансовым ключом является *общий секрет* — информация, которая вырабатывается на основе секретного ключа одной стороны и открытого ключа другой стороны. *Подключи* — это ключевая информация, которая вырабатывается в процессе работы криптографического алгоритма на основе ключа. Обычно подключи вырабатываются при процедуре развертывания ключа

В заключение следует отметить, что теоретически все пароли, шифры и ключи, даже очень сложные, в принципе могут быть открыты методом перебора и раскрытия криптографических алгоритмов на суперкомпьютере. Об этом свидетельствует вся последняя история компьютерных телекоммуникаций. Вопрос заключается в другом — насколько приемлемой окажется цена и продолжительность такой работы сопоставимо с ценностью зашифрованных данных.

1.3.11. Транспортировка медицинских данных

Транспортировка медицинских данных осуществляется двумя путями: передачей от пользователя к пользователю *бумажных, оптических или магнитных носителей, либо через коммуникационные каналы связи*. Пропускная способность телекоммуникационных каналов связи измеряется в бит/с (Кбит/с, Мбит/с, Тбит/с).

Оптоволоконная сеть обладает наибольшей пропускной способностью и в настоящее время является наиболее прогрессивным видом связи. Волоконно-оптический кабель имеет пропускную способность, равную 100-1000 Мбит/с и использует в качестве носителя электромагнитного сигнала оптический ближний инфракрасный диапазон. В зависимости от типа кабеля (одно- или многомодовый) предельная дальность передачи данных может дости-

гать 50 км. *Передача данных с коммутацией пакетов по линиям телефонной связи* – наиболее дешевая, но и наименее стабильная. Дальность передачи данных не ограничена. Однако пропускная способность канала весьма невелика – всего 25–56 кбит/с. Передача данных *по сети ISDN* (англ. *Integrated Services Digital Network*) – цифровая сеть с интеграцией обслуживания. Позволяет совместить услуги телефонной связи и обмена данными с коммутацией каналов, обеспечивает приемлемую стабильность и удовлетворительную пропускную возможность: от 64 Кбит/с (*ISDN BRI*) до 2 Мбит/с (*ISDN PRI*). Дальность передачи данных не ограничена.

Получает распространение на рынке телекоммуникационных услуг технология *WAP* (*Wireless Application Protocol* – протокол беспроводной связи). Протокол позволяет осуществлять выход в Интернет через мобильный телефон.

В последние годы все большее значение приобретает доступ в Интернет через *спутник*. С этой целью используются специальные *спутниковые модемы*, которые соединяются с компьютером через *USB-разъем*. Подобные устройства встраиваются также в мобильный телефон (*спутниковый телефон*). Это дает возможность создавать услуги по *мобильной телемедицине*. Другое решение коммуникации через спутник – технология *VSAT* (*Very Small Aperture Terminal*). Сеть спутниковой связи на базе *VSAT* включает в себя три основных элемента: центральная земная станция, спутник-ретранслятор и абонентские *VSAT* терминалы. При этом используется малая спутниковая наземная станция, то есть терминал с маленькой антенной. На основе *VSAT*-технологии возможно построение мультисервисных сетей, которые включают в себя все современные услуги связи: телефонную связь, доступ в Интернет, построение локальных *VPN*-сетей, передачу аудио- и видеoinформации, резервирование существующих каналов связи, сбор данных, мониторинг дистанционных, в том числе телемедицинских устройств.

Технология *беспроводной связи Wi-Fi* предназначена (*Wireless Fidelity* – «беспроводная точность») в основном для передачи данных внутри корпоративных сетей и дистанционного подключения к сети Интернет, пропускная его способность в стандарте *802.11g* достигает 54 Мбит/с, в стандарте *802.11n* – 480 Мбит/с, радиус связи – несколько сот метров. В настоящее время во всех странах и го-

родах имеются многочисленные точки доступа к *Wi-Fi* – в гостиницах, на улицах, в самолетах, поездах и даже некоторых трамваях и автобусах. На картах многих городов нашей страны, размещенных в Интернете, можно увидеть все точки доступа к этой услуге связи. Таким образом, технология *Wi-Fi* создает все предпосылки для дистанционной медицины и оперативного общения людей между собой. В последнее время получает распространение технология мобильной связи по стандарту 3G (от англ. *thirdgeneration* – третье поколение) – набор услуг, который объединяет как высокоскоростной мобильный доступ с услугами сети Интернет, так и технологию радиосвязи, которая создаёт канал передачи данных.



Контрольные термины и понятия для самостоятельной проверки знаний

- *Количественные данные.*
- *Качественные признаки.*
- *Статические картины органов человека или всего его тела.*
- *Динамические картины органов человека.*
- *Динамические данные физиологических функций.*

Оценка медико-биологических данных:

- *Признак.*
- *Параметр.*
- *Шкала наименований.*
- *Шкала порядка.*
- *Интервальная шкала.*
- *Шкала отношений.*

Этапы операции с медико-биологическими данными:

- *Сбор и первичная обработка данных.*
- *Оценка эффективности измерения данных.*
- *Сохранение данных.*
- *Формализация и стандартизация данных.*
- *Фильтрация и очищение данных.*
- *Кодировка данных.*
- *Сортировка и структурирование данных.*

- *Преобразование данных.*
- *Сжатие и архивация данных.*
- *Защита данных.*
- *Транспортировка данных.*

Сбор и первичная обработка медико-биологических данных:

- *Сбор данных.*
- *случайные, или рандомизированные, ошибки.*
- *систематические ошибки.*

Оценка эффективности измерения данных:

- *Точность измерений.*
- *Правильность измерений.*
- *Сходимость измерений.*
- *Воспроизводимость измерений.*
- *среднее квадратическое, или стандартное, отклонение.*
- *коэффициент вариации (КВ).*
- *стандартная погрешность.*
- *t – критерий Стьюдента.*
- *относительная стандартная погрешность .*
- *F-критерий.*

Сохранение данных:

- *Гибкие диски.*
- *Оптические диски.*
- *Магнитно-оптические диски.*
- *Твердотельные устройства памяти.*

Формализация и стандартизация данных:

- *Составные части стандартизации.*
- *Основные протоколы работы с медицинскими изображениями и медицинскими данными.*

Фильтрация и очищение данных:

- *Характерные особенности фильтрации и очищения данных в медицине.*

Кодировка данных:

- *Двоичное кодирование.*
- *Цветовое кодирование.*
- *Сортировка и структурирование данных.*
- *Файлы, папки, каталоги.*
- *Понятие структурирования данных.*

- *Линейный тип структурирования данных.*
- *Табличный тип структурирования данных.*
- *Иерархический тип структурирования данных.*

Преобразование данных:

- *Факсимильная копия документа.*
- *Сканер и цифровая фотокамера.*
- *Электронная копия документов.*
- *Модемы.*
- *Аналого-цифровые преобразователи.*
- *Цифро-аналоговые преобразователи.*

Сжатие и архивация данных:

- *Сжатие файлов.*
- *Сжатие дисков.*
- *Основные программы для организации и распаковывания архивов.*

Защита данных:

- *Понятие пароля и имени пользователя.*
- *Понятие о криптографии.*
- *Симметричный вид шифрования.*
- *Асимметричный вид шифрования.*
- *Понятие цифровой подписи.*

Транспортировка данных:

- *Бумажные носители.*
- *Машинные носители.*
- *Коммуникационные связи: коммутируемая и выделенная телефонная линия, ADSL, оптоволокно, Ethernet, Bluetooth, Wi-Fi, WAP.*

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды данных встречаются в медицине?
2. В чем заключается различие между признаком и параметром?
3. Какие виды шкал наиболее распространены в медицине?
4. Какие этапы имеет операция с медико-биологическими данными?
5. Какие виды кодировки данных существуют в медицине?
6. Какие виды сжатия и архивации данных наиболее распространены в медицине?

7. В чем заключается различие систематических и рандомизированных ошибок?
8. В каких показателях выражается оценка измерения данных?
9. На каких носителях сохраняются медицинские данные?
10. В чем состоит различие стандартизации и формализации данных?
11. Какие виды структурирования данных применяются в медицине?
12. Какие существуют виды преобразования медицинских данных?
13. Что такое криптография и каково ее назначение в медицине?
14. Как осуществляется защита данных в медицине?
15. Какие виды транспортировки данных наиболее распространены в медицине?

Тестовые задания

Первый уровень

1. Медико-биологические данные:
 - а – электрический импульс;*
 - б – зарегистрированные сигналы;*
 - в – физическое воздействие на ткань;*
 - г – магнитный импульс;*
2. Статические картины органов человека:
 - а – рентгенограмма;*
 - б – сцинтиграмма;*
 - в – сонограмма;*
 - г – ангиограмма;*
3. Качественная характеристика медико-биологических данных:
 - а – признак;*
 - б – параметр;*
 - в – показатель артериального давления крови;*
 - г – концентрация глюкозы;*
4. Количественные признаки медико-биологических данных:
 - а – желтуха;*
 - б – лихорадка;*
 - в – концентрация билирубина в крови;*
 - г – артериальная гипертензия;*
5. Оценка медико-биологических данных:

- а* – фильтрация данных;
- б* – кодировка данных;
- в* – интервальная шкала;
- г* – архивация данных;

6. Основные протоколы при работе с медицинскими изображениями:

- а* – DICOM;
- б* – HL7;
- в* – WAP;
- г* – Wi-Fi;

7. Сохранение данных в компьютере:

- а* – оперативная память;
- б* – ПЗУ;
- в* – жесткий диск;
- г* – кэш-память;

Второй уровень

1. Сжатие файла данных нужно для ...
2. Шкала порядка предназначения для характеристики ...
3. Цифровая подпись – это ...
4. Модемы предназначены для ...
5. Сканер нужен в медицинском офисе для ...
6. Асимметричный вид шифрования медицинских данных применяется для ...
7. Емкость компакт-диска составляет ...
8. Фильтрация и очищение данных предназначены для ...
9. Сходимость измерений данных – это ...
10. Воспроизводимость данных необходима в медицине для ..
11. Емкость DVD-диска составляет ...

Третий уровень

1. Перечислите критерии эффективности измерения данных.
2. Какие магнитные носители используются для хранения данных.
3. В чем заключается сущность формализации и стандартизации данных?

4. Какие существуют способы преобразования медицинских данных?
5. Какие способы существуют для транспортировки данных?
6. Какими программами осуществляется организация и распаковывание архивов данных.
7. Дайте характеристику основных типов структурирования данных.
8. Укажите способы получения электронного медицинского документа.
9. Опишите виды коммуникационных связей для передачи медицинских данных.
10. Опишите этапы обработки медицинской информации.

Глава 2

ИНФОРМАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ

2.1. ПОНЯТИЕ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Однозначного определения термина информации (в том числе и медицинской) не существует. Разные авторы считают возможность дать свое понятие информации. (Отметим, что *Понятие* в отличие от *определения* толкует любой термин более широко и неоднозначно). Так, в «Толковом словаре современной компьютерной лексики»^{*} говорится, что «информация – это совокупность знаний, фактов, сведений, представляющих интерес и подлежащих хранению и обработке». Более расширенное толкование информации предлагает Н.В. Макарова^{**}: «информация – сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии, которые уменьшают имеющуюся о них степень неопределенности, неполноты знаний». Другие авторы^{***} обращают особое внимание при определении информации на «взаимодействие данных и адекватных им методов».

Таким образом, можно дать следующее обобщенное понятие медицинской информации: *Медицинская информация – это совокупность данных о пациентах и заболеваниях, образующаяся при их взаимодействии с адекватными им методами и снимающая неопределенность и неполноту предварительных знаний.*

В этом определении ключевыми положениями являются:

- наличие медицинских данных,

^{*}(В. Дорот, Ф. Новиков, СПб. – ВНУ, 1999)

^{**} Н.В. Макарова (Информатика. – М.: Финансы и статистика, 2001)

^{***}(Информатика / Под ред. С.В. Симоновича. – СПб, Питер, 2002)

- *обработка данных адекватными методами* (датчикам, компьютерами, пакетами статистических программ и др.),
- *снятие неопределенности знаний о предмете.*

Применительно к обследуемому больному путь от сигнала к информации выглядит следующим образом (рис. 2.1).

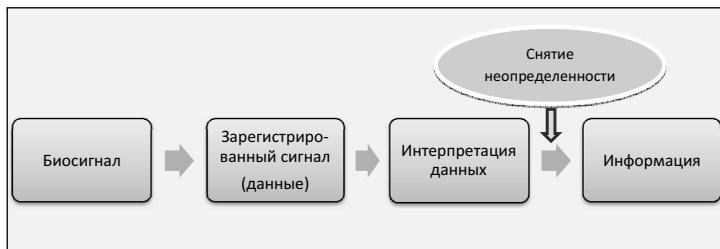


Рис.2.1. Преобразование биосигнала в информацию

Таким образом, медицинская информация, как и любая другая, обладает динамическим характером. Она образуется в момент адекватной регистрации сигнала и в зависимости особенностей и способа обработки данных может принимать ту или иную форму. Важным свойством медицинской информации является интуитивное понимание ее пользователем, конкретно медицинским работником, который должен быть соответствующим образом подготовлен. Так, данные об отрицательном зубце T на кривой ЭКГ, даже корректно зарегистрированные на идеальном электрокардиографе, не являются информацией для человека, не владеющего интерпретацией электрокардиографии.

Существует несколько основных свойств медицинской информации. Во многих чертах они повторяют свойства любой другой информации вообще. Но есть и некоторые отличительные детали.

2.2. ОБЪЕКТИВНОСТЬ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Всю информацию, циркулирующую в лечебных учреждениях, принято разделять на *объективную* и *субъективную*. *Объективной* считается такая информация, которая создается путем регистрации аппаратными средствами при исследовании пациента и диа-

гностики заболеваний. Такими исследованиями являются, например, всевозможные датчики биопотенциалов человека, термометрия, эндоскопия, биопсия. К ним относятся также различные способы получения изображения его внутренних органов – рентгенография, компьютерная томография, ультразвуковая биолокация. К объективной информации можно отнести статистические показатели работы лечебных учреждений, цифровые данные деятельности органов здравоохранения.

Субъективной считается такая информация, которая получается при анализе сигналов непосредственно человеком, без применения каких-либо сложных электронных устройств. Субъективными данными являются, например, результаты осмотра больного, пальпация его органов, другие данные физикальных исследований.

Следует учесть, что деление на объективную и субъективную информацию не всегда можно четко разграничить. Более того, процесс перехода данных в информацию обязательно сопровождается возрастанием ее субъективного компонента. Связано это с человеческим фактором – ведь потребителем информации является человек – медицинский работник. И он вправе оценивать ту или иную даже кажущуюся абсолютно объективной информацию со своих, чисто субъективных человеческих позиций. Одна и та же рентгенологическая картина состояния легких, в принципе объективно отражающая их состояние на рентгенограмме, может содержать различную информацию в зависимости от подготовленности медицинского работника, эпидемиологической ситуации, других медицинских данных.

Для суждения о степени объективности получаемых при обследовании пациента данных вводится понятие *«золотого стандарта»*.

Золотой стандарт – это медицинский диагноз, установленный максимально объективным методом исследования, т.е. тем, который с наибольшей вероятностью отражает истинное состояние исследуемого пациента.

Обычно в качестве золотого стандарта выступают данные вскрытия (аутопсии), прижизненной биопсии, иногда корректно выполненных сложных методов исследования. Так, в качестве

золотого стандарта в диагностике ишемической болезни сердца могут выступать данные контрастного исследования коронарных сосудов – коронарографии, или в диагностике опухолей головного мозга – данные магнитно-резонансной томографии, а в диагностике ишемического инсульта – результаты перфузионной компьютерной томографии. С золотым стандартом сравнивается объективность всех других используемых методов исследования и таким образом определяется их информативность (см. раздел по доказательной медицине).

2.3. ДОСТОВЕРНОСТЬ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Достоверность медицинской информации связана в первую очередь с качеством сигнала и зарегистрированными данными. При регистрации биологического сигнала от пациента неизбежно возникают помехи, или «информационные» шумы. Соотношение между величиной сигнала количеством шумов определяет качество работы регистрирующей системы. Чем выше уровень регистрируемого сигнала и чем слабее посторонние шумы, тем достовернее информации. Если уровень шумов высок, полезный сигнал может быть не зарегистрирован. В таких случаях применяют несколько способов получить полезную информацию.

Во-первых, самый простой способ состоит в том, что на пути сигнал-шум ставят специальные фильтры, настроенные на пропуск полезных сигналов и задержку шумовых. В некоторых аппаратах существуют специальные «электронные ловушки», захватывающие посторонние сигналы с высокой энергией и не пропускающие их дальше по регистрирующему тракту.

Во-вторых, целенаправленно, под контролем регистрирующего прибора измеряют «геометрию» регистрации с тем, чтобы полезный сигнал имел наибольший выход, а шумовой – наименьший.

В-третьих, увеличивают число всех зарегистрированных сигналов – и полезных, и шумовых. В итоге результирующий сумматор регистрирующего прибора сможет выделить по закону случайных чисел полезный сигнал и его зафиксировать. Таким

способом поступают, например, при кардиомониторинге, когда регистрируют несколько сот и даже тысяч кардиоциклов. В медицинской статистике существует общеизвестная закономерность: чем большее количество цифр анализируется в данной когорте пациентов, тем выше достоверность получаемых результатов (говорят – выше сходимость результатов или меньше стандартная погрешность).

2.4. ДОСТУПНОСТЬ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Доступность медицинской информации сводится к двум основным составляющим – доступность к данным и доступность к адекватным методам анализа данных.

Доступность информации определяется возможностью получить медицинскому работнику ту или иную информацию. Некоторые данные могут иметь ограничительные грифы различной степени секретности. Доступ к ним разрешен лишь ограниченному контингенту медицинских работников, специально оговоренному регламентом работы лечебного учреждения.

В информационных технологиях доступность информации нередко ограничивается использованием неадекватных программных средств – просмотрщиков файлов, средств разархивирования, дешифраторов и т.д., или отсутствием требуемого аппаратного обеспечения.

В медицинской практике существует еще один вид доступности – реальная возможность использования того или иного метода диагностики или лечения. Так, например, при несомненно высокой информативности такого важного диагностического метода исследования головного мозга, каким является магнитно-резонансная томография, его доступность может быть ограничена небольшим количеством таких аппаратов в районе проживания конкретного пациента (либо их отсутствием вообще). Доступность метода исследования может быть также ограничена по финансовым мотивам лечебного учреждения, страховых компаний или самого пациента.

2.5. АКТУАЛЬНОСТЬ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Под актуальностью медицинской информации подразумевается степень ее соответствия текущему моменту времени. В медицинской практике постоянно следует учитывать то обстоятельство, что достоверная и адекватная медицинская информация, например, лабораторные анализы, результаты инструментального диагностического исследования, данные опроса больного или физикального исследования, потеряют свою актуальность, если информационный процесс длительно растянут по времени. В равной степени это относится к демографическим и статистическим показателям, литературным сведениям о медицинских проблемах и вопросах здравоохранения.

По степени актуальности вся медицинская информация может быть разделена на несколько групп:

- *Медицинская информация немедленного применения.* Сюда может быть отнесена информация, касающаяся сведений о пациенте, находящемся в критическом состоянии (например, лабораторные анализы, результаты инструментальной диагностики). К этой группе можно отнести некоторые сведения об угрожающей эпидемиологической ситуации; в режиме немедленного применения информации работают службы скорой помощи, МЧС, реанимации, нередко приемного отделения стационара. Информационная среда немедленного применения должна обеспечивать возможность распараллеливания функций (т.е. своего рода дуближа), представления данных на компьютерных носителях и в виде твердых копий (документа – бумажного или пленочного). Следует помнить, что ответственность медицинских работников всех уровней за адекватность и сохранность информации немедленного применения очень высока.
- *Медицинская информация среднесрочной актуальности.* В эту группу можно включить всю медицинскую информацию, касающуюся ведения конкретного больного. Сюда же относятся учетно-статистическая документация лечебного учреждения, актуальная для текущего момента, электронные и бумажные архивы текущей информации, со-

храняющие свою актуальность в течение нескольких дней, внешняя информация регионального уровня (эпидемиологические, статические и другие сведения).

- *Медицинская информация долгосрочного значения.* К ней относятся компьютерные информационные базы данных лечебного учреждения, долгосрочные – электронные или бумажные архивы постоянного хранения, директивно-правовая, юридическая и регламентирующая документация регионального и федерального уровней. Здесь непременным условием сохранности информации является дублирование ее на различных магнитных и оптических носителях или в виде твердых копий.

Следует понимать, что деление информации по актуальности условно, и в любой момент одна и та же информация может перейти из одного разряда в другой. Для большой уверенности в сохранности информации и адекватности ее использования в лечебном учреждении приказом руководителя должны назначаться отдельные лица из персонала этого учреждения, компетентно ответственные за тот или иной информационный поток.

2.6. МЕРЫ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Основу информации составляет *объект*, в качестве которого могут выступать *процессы, предметы* или *явления*. Свойства объекта определяются информационными параметрами, которые носят название реквизитов. *Реквизит – это логически неделимый информационный элемент, описывающий определенные свойства объекта, процесса или явления.*

Выделяют три основные меры информации, которые в равной степени могут быть отнесены также и к медицинской информации: *синтаксическая, семантическая и прагматическая.*

Синтаксическая мера количества информации измеряется ее объемом, выраженным в единицах системы счисления (чаще двоичной) – битах или байтах и их производных – Кбайтах, Мбайтах, Гбайтах, Тбайтах. Однако синтаксическая мера информации, особенно медицинской, носит весьма условный характер.

Главным индикатором синтаксической меры информации является не столько ее общий объем, сколько ее свойство уменьшать неопределенность наших знаний о какой-либо системе, предмете или явлении, например, о больном или его заболевании.

Неопределенность наших знаний о каком-либо предмете или явлении обозначают термином *энтропии* системы. Чем выше энтропия системы, тем меньше наши знания о ней (о больном, диагнозе заболевания и др.). Получая информацию о заболевании, мы тем самым снижаем энтропию, в принципе в некоторых случаях сводя ее к нулю, т. е. получаем так называемый «золотой стандарт» диагностики.

Формульное выражение получаемой синтаксической меры медицинской информации может быть представлено следующим образом: при первоначальном знакомстве с предметом (явлением или пациентом) мы получили предварительные сведения (информацию) в объеме A . В таком случае мерой неопределенности наших знаний, т. е. энтропией, является выражение, или точнее, функция $H(A)$. После получения дополнительных сведений B , например, после выполнения ряда диагностических исследований, неопределенность наших знаний о пациенте, или энтропия, снизилась до показателя $H_B(A)$. Тогда объем полученной при этом информации можно выразить как $I_B(A)$.

В общем виде процесс информатизации, в том числе медицинской, будет выглядеть следующим образом:

$$I_B(A) = H(A) - H_B(A),$$

где $H(A)$ – исходная информация о системе (пациенте, ситуации и пр.),

$H_B(A)$ – конечная информация,

$I_B(A)$ – объем полученной информации (синтаксическая мера информации).

Нетрудно предвидеть, что если мы полностью познаем объект исследования (пациента, болезнь, ситуацию), т. е. снимаем энтропию, то $H_B(A)$ превращается в 0 (в медицинской диагностике это – «золотой стандарт»), и $I_B(A)$ становится равной $H(A)$. Другими словами, мы запускаем информационную систему с «0» – «с чи-

стого листа». Это обстоятельство нужно всегда учитывать при работе с медицинскими информационными компьютерными технологиями. Более подробно этими вопросами занимается специальная наука – теория принятия решений, составляющая ядро современного подхода в медицине и организации здравоохранения – «доказательной медицины».

Семантическая мера отражает свойство пользователя (в конкретном случае медицинского работника) *понимать* поступившее сообщение, т.е. ассимилировать поступившую информацию. Это связано напрямую с совокупностью сведений (знаний) о каком-либо объекте или явлении, которым располагает пользователь или система в целом. Подобная совокупность сведений носит название *тезаурус*. Чем больше тезаурус, тем выше компетенция пользователя или информационная емкость компьютерной системы

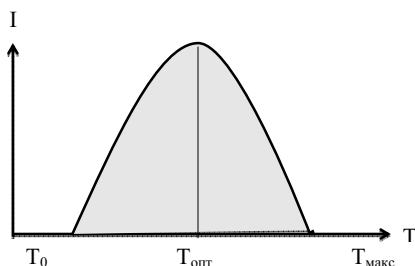


Рис. 2.2. . Соотношение семантической меры информации (I) и тезаурусапользователя (T)

об интересующем его объекте ($T_{\text{макс}}$): подобная информация ему просто не нужна. Оптимум передачи информации ($T_{\text{опт}}$) наблюдается при максимальном согласовании тезауруса пользователя и смыслового содержания переданного ему сообщения. Следовательно, объем информации, полученной пользователем (или всей компьютерной системой в целом), является величиной относительной. Она в значительной степени зависит от степени их подготовленности (компетенции) к приему получаемых сообщений или данных. Косвенным показателем семантической меры информации служит *коэффициент содержательности* C , определяемый по следующей формуле:

На рис. 2.2. показано соотношение семантической информации (I) и тезауруса (T) пользователя. Из анализа рисунка видно, что при нулевом тезаурусе (T_0) (пользователь абсолютно ничего не знает об интересующем его объекте) сообщаемая ему информация равна нулю. Также она становится незначимой, т.е. равной нулю, если ему все досконально известно

$$C = \frac{Ic}{Vd},$$

где Ic – количество семантической информации, Vd – общий объем информации.

Прагматическая мера информации определяется ее полезностью для достижения поставленной перед пользователем или компьютерной системой цели. Эта мера в первую очередь определяется тем, насколько велика цена информации в каждом конкретном случае. Хорошо известно, что даже одно исследование, выполненное эффективно и результативно может однозначно решить судьбу больного. Также велика цена своевременно полученной информации экономического характера или сведений о состоянии ряда внешних и внутренних факторов функционирования лечебного учреждения.



Контрольные термины и понятия для самостоятельной проверки знаний

Понятие информации:

- *Понятие медицинской информации.*
- *Преобразование биосигнала в информацию.*

Объективность информации:

- Объективная информация.
- Субъективная информация.
- Понятие о «золотом стандарте».

Достоверность медицинской информации:

- *Три способа получения достоверной информации.*

Доступность информации:

- *Составляющие доступности медицинской информации*

Актуальность медицинской информации:

- *немедленного применения;*
- *среднесрочной актуальности;*
- *долгосрочного значения;*

Меры медицинской информации:

- *Реквизит.*
- *Синтаксическая мера.*
- *Понятие энтропии системы.*
- *Семантическая мера.*
- *Понятие тезауруса.*
- *Прагматическая мера.*

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое «медицинская информация»?
2. В чем состоит различие объективной и субъективной медицинской информации?
3. Какие существуют способы получения достоверной медицинской информации?
4. Какие составляющие обеспечивают доступность медицинской информации?
5. Как классифицируется информация по срокам хранения?
6. Что определяет реквизиты информации?
7. Что такое «энтропия» системы?
8. Что обозначает понятие «тезаурус»?
9. Как измеряется синтаксическая мера информации?
10. Как определить семантическую меру информации?

Тестовые задания

Первый уровень

1. Информация – это:
 - а – свойство;*
 - б – понятие;*
 - в – определение;*
 - г – характеристика.*
2. Субъективная информация – это информация, полученная:
 - а – в результате анализа ЭКГ;*
 - б – при анализе картины медицинского изображения;*
 - в – в результаты осмотра больного;*
 - г – в результаты анализа рентгенограмм.*

3. Доступность медицинской информации – это доступность:
 - а – к данным;*
 - б – к медицинскому исследованию;*
 - в – к результатам исследования;*
 - г – к аппаратуре для исследования.*
4. Медицинская информация среднесрочной актуальности – это:
 - а – сроком на 1 месяц;*
 - б – сроком на полгода;*
 - в – ограничена сроком ведения больного;*
 - г – ограничена сроком листка нетрудоспособности.*
5. Семантическая мера информации измеряется:
 - а – количеством бит;*
 - б – тезаурусом;*
 - в – количеством символов;*
 - г – количеством букв.*

Второй уровень

1. Медицинская информация – это ...
2. Объективная информация – это ...
3. Субъективная информация – это ...
4. «Золотой стандарт» – это ...
5. Медицинская информация немедленного применения – это ...
6. Медицинская информация среднесрочной актуальности – это ...
7. Медицинская информация долгосрочного значения – это ...
8. Синтаксическая мера информации – это ...
9. Семантическая мера информации – это ...
10. Прагматическая мера информации – это ...

Третий уровень

1. Как происходит преобразование биосигнала в медицинскую информацию?
2. Опишите три способа получения достоверной информации.
3. Дайте характеристику актуальности информации.
4. Какие факторы определяют доступность информации?
5. Опишите меры медицинской информации.
6. Какие факторы способствуют развития тезауруса?

Глава 3

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

3.1. ПОНЯТИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Информация, как известно, представляет собой один из важнейших ресурсов современного общества, не менее важный, чем, скажем, нефть, газ или другие полезные ископаемые. Как и последние, информационные ресурсы подлежат переработке, которую можно воспринимать как технологию. В данном случае технологию информационную.

Информационная технология, таким образом, – это процесс, использующий совокупность средств обработки первичной информации, в результате которых образуется информационный продукт, или информационный ресурс.

Как и другой, в частности материальный ресурс, информационный ресурс (продукт) составляет основу благоприятного существования общества, базу для его развития и прогресса цивилизации в целом. В качестве ресурсов в информационном обществе выступают документы, находящиеся в информационных системах. *Информационный продукт – это совокупность данных, являющихся следствием информационных технологий.*

При рассмотрении информационной технологии следует ввести понятие *информационной культуры*, которая определяется умением общества в целом и человека в отдельности правильно пользоваться услугами информационных технологий, корректно и этично взаимодействовать с коллегами в процессе общения в информационной среде. Особенно актуально это становится при взаимодействии в компьютерных сетях и особенно в Интернете.

С развитием сетевых технологий возник новый термин – *сетевой этикет*. Под сетевым этикетом понимается набор правил для корректной работы в компьютерной сети, уважение к ее структурным подразделениям и к каждому пользователю в отдельности. Не допускается использование неподобающих выражений и видеоинформации ненадлежащего характера. В частности в Интернете не рекомендуется показывать фотографии больных, сообщать их паспортные и другие, не подлежащие огласке, сведения. За всем этим негласно наблюдают все участники компьютерного сообщества, специально уполномоченные люди и даже специальные компьютерные программы, направленно отслеживающие в сетевых узлах некорректную информацию и создающего ее пользователя. В случае неоднократного нарушения сетевой этики вас могут лишиться прелести компьютерного общения. На некоторых сайтах, в том числе медицинских, есть конкретные рекомендации по этому поводу.

Получение и использование информационного продукта называется информационной услугой.

Уровни информационных технологий могут быть представлены в следующей возрастающей последовательности:



В вышеприведенной последовательности уровней обработки информации новым направлением развития медицинских информационных технологий является уровень *Data mining*. В буквальном переводе он означает «вычерпывание знаний». Занимается этим направлением тоже молодая наука – «инженерия знаний». В отличие от традиционной медицинской статистики, предназначенной проверки заранее сформулированных гипотез или грубого разведочного исследования, система *Data mining* позволяет ответить на нетривиальные, но практически значимые для принятия решений ответы. Она оперирует, в основном, с ранее неизвестными данными. Примерами вопросов, на которые может ответить информационная технология *Data mining*, могут быть такие: встречаются ли точные шаблоны людей, подверженных остеопорозу или алкоголизму, какие биографические черты портрета людей имеют влияние на продолжительность ремиссии при алкоголизме?

3.2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ УСЛУГИ В МЕДИЦИНЕ

В настоящее время можно выделить 5 секторов рынка в области оказания медицинских информационных услуг.

Деловая информационная услуга. Она включает в себя финансовую, статистическую и коммерческую составляющие. Важность этого сегмента рынка для лечебного учреждения очевидна. Финансовые потоки, циркулирующие между лечебными учреждениями, страховыми компаниями и органами управления здравоохранением, огромны. От их управляемости во многом зависит успех работы больницы, поликлиники или частнопрактикующего врача. Не менее важная является статистическая информация о заболеваемости, эпидемиологической ситуации в районе, области и стране в целом.

Статистическая отчетность составляет один из основных разделов работы любого лечебного учреждения. И без компьютерных технологий здесь просто не обойтись. Наконец, коммерческий сектор деловой информации в настоящее время представляет одну из важнейших слагаемых успешной работы больницы в современных экономических условиях. Без целевого и всесторон-

него изучения рынка современного медицинского оборудования с использованием компьютерных коммуникаций нельзя хорошо оснастить лечебное учреждение аппаратурой и расходными материалами. Компьютерная технология позволяет грамотно и эффективно провести тендер на приобретение дорогостоящих комплектов медицинского назначения или подобрать организацию для выполнения ремонтно-строительных работ.

Специальная информационная услуга. Она включает в себя медицинский аспект деятельности лечебного учреждения и лично медицинского работника. Данная услуга необходима для того, чтобы быть в курсе всех современных научных направлений в области медицины и здравоохранения, осуществлять контакт с коллегами по работе. Она позволяет в научно-практических конференциях, Интернет-форумах получать оперативную медицинскую информацию через листы рассылки Интернета, участвовать в съездах и собраниях научных обществ. На основе этой услуги возникло новое направление в медицине – телемедицина.

Потребительская информационная услуга. Она включает в себя подбор и получение в электронном виде необходимой медицинской литературы, контроль над новостями (и не только медицинскими) на профильных Интернет-сайтах. Довольно важная роль данной информационной услуги отводится как источнику развлечений. Сейчас через широкополосные каналы Интернета организован показ фильмов, передача музыкальных файлов, организация интерактивных игр.

Информационные образовательные услуги. Это важное направление в деятельности образовательных учреждений. Получает распространение дистанционное обучение врачей и среднего медицинского персонала по различным медицинским специальностям и различного уровня сложности. Почти все крупные университеты имеют образовательные Интернет-сайты. Параллельно организованы обучающие медицинские музеи, программы-тренинги, учебно-наглядные фонды по медицине. С помощью этой услуги можно заказать электронную версию учебника или образовательной статьи, заказать нужную информацию на твердом электронном носителе.

Обеспечивающие и системные информационные услуги. Они предоставляют возможность обеспечить лечебное учреждение че-

рез средства коммуникации нужными компьютерными программами, касающимися как медицинской деятельности учреждения, так и компьютерного оснащения. В настоящее время некоторыми фирмами организованы дистанционные консультативные пункты по ремонту и эксплуатации медицинского оборудования. Многие вспомогательные программы, важные для функционирования лечебного учреждения, в том числе системного характера, могут быть получены через Интернет.

При выполнении различных задач в информационной технологии используется *информационный инструментарий* – совокупность компьютерного и программного обеспечения для решения поставленной задачи. От того, насколько верно подобраны соответствующие ингредиенты – компьютер и программное обеспечение, зависит в итоге эффективность работы по созданию конечного информационного продукта – информационной услуги.

В информационной технологии создания информационного продукта следует выделить 3 этапа:

- 1) *выбор программной среды*, в которой будет разрабатываться информационный продукт;
- 2) *выбор стиля документа*, создание шаблонов, кадров документа, вспомогательных таблиц, рисунков, графиков и другой атрибутики, необходимой для решения поставленной задачи;
- 3) *окончательная работа* по созданию информационного продукта, его тестирование и реализация на рынке информационных услуг.

Существует две принципиально отличающиеся друг от друга информационные технологии: *централизованная* и *децентрализованная* обработка информации.

3.3. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Централизованная обработка информации осуществляется в вычислительных центрах на высокопроизводительных компьютерах. В этих центрах имеются все средства хранения информации

и поддержки базы данных, а также инструментальные средства подготовки и исполнения документов. Обычно подобные центры обслуживают лечебные учреждения всего региона (области, республики) и подчиняются соответствующим подведомственным органам управления здравоохранения. В составе персонала таких центров кроме медицинских работников имеются лица, обеспечивающие функционирование компьютерных систем – инженеры технического профиля, программисты, дизайнеры, системные администраторы.

Особое место занимают т.н. «*облачные технологии*» обработки информации. При них она передается по каналам связи (оптоволокно, спутники, WWW) на удаленный от потребителя мощный высокопроизводительный компьютер, оснащенный развитыми программами, вплоть до экспертных систем и искусственного интеллекта, где и производится работа с информацией. Итоговый результат при этом отправляется потребителю.

Децентрализованная обработка информации получила широкое распространение с прогрессом в области персональных компьютерных устройств. Наличие высокопроизводительных персональных компьютеров, оснащенных большим выбором программных средств, дало возможность выполнять сложные информационные продукты на рабочем месте специалиста. Возникли новые аппаратно-программные комплексы, специально предназначенные для такой работы – рабочие станции, или автоматизированные рабочие места персонала.

Среди отдельных видов информационных технологий необходимо выделить компьютерную *технологию обработки первичных данных*. Она предназначена для хорошо структурированных задач, которые имеют отлаженные алгоритмы и процедуры их решения. К таким технологиям можно отнести, например, работу регистратуры, аптеки, бухгалтерии лечебного учреждения. Здесь важны оперативность получаемых обработанных данных, немедленное получение копии результатов на бумажные носители. Большинство таких работ выполняется в автоматическом режиме и не требует вспомогательной консультации специалиста по компьютерной технике.

Современное поколение диагностических аппаратов (компьютерных и магнитно-резонансных томографов, ультразвуковых аппа-

ратов, гамма-камер) имеет встроенную функцию обработки информации *on-line*. При ней обработка данных осуществляется программами уже во время сбора информации, например, при получении медицинских изображений. Это в значительной степени улучшает качество информации и облегчает труд оператора и врача.

На рис. 3.1 приведена схема функционирования подобной информационной технологии.

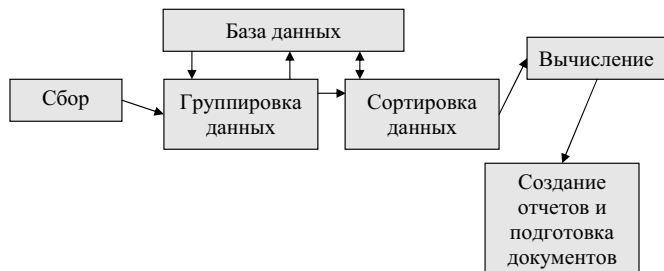


Рис. 3.1. Схема функционирования технологии первичной обработки данных

3.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УРОВНИ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В МЕДИЦИНЕ

Управленческие информационные технологии в лечебном учреждении можно разделить на три уровня (рис.3.2).

Первый уровень – *оперативный (операционный)*. В нем работают основные исполнители лечебного процесса (врачи, медсестры, лаборанты) и вспомогательные службы (аптека, бухгалтерия, транспортная служба и др.). Задачи на этом уровне четко определены и структурированы. Кроме того, операционный уровень является связующим звеном лечебного учреждения с внешним миром – пациентами, страховыми компаниями, аптечными складами и другими службами, обеспечивающими жизнедеятельность лечебного учреждения. На этом же уровне осуществляется маркетинг, в частности связь между лечебными учреждениями при направлении и перемещении пациентов.



Рис.3.2. Уровни информационных технологий в лечебном учреждении

Тактический уровень информационных технологий предназначен обеспечить работе специалистов и среднего звена менеджмента – заведующих отделениями и автономными группами специалистов (например, группой маммологов). Для специалистов использование информационных технологий повышает продуктивность их работы. Как правило, технологии этого уровня обеспечивают медицинскому работнику автоматизацию офисных работ: ведение истории болезни, оформление документов для текущих мероприятий и презентаций, обращение к базам данных лечебного учреждения.

Менеджеры среднего звена используют информационную технологию для ведения отчетности, сравнительного анализа ситуаций, складывающихся в лечебных, финансовых и вспомогательных подразделениях лечебного учреждения. На этом этапе информационные технологии могут помочь принимать тактические решения в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Прогрессивным направлением использования информационных технологий на этом уровне можно считать принятие управленческих решений, базирующихся на специальных программных продуктах.

Стратегический уровень информационных технологий предназначен для менеджеров высшего звена. Его основная задача –

оптимизировать управление лечебным учреждением на основе оперативного контроля и долгосрочного планирования. Важным достоинством стратегического уровня является наличие в нем технологий, предусматривающих принятие решений в сложных, неординарных и компромиссных ситуациях.

Как правило, информационные технологии высшего уровня базируются на развитых локальных и региональных сетях с обязательным выходом в глобальную компьютерную сеть. Важно использовать на этом уровне полноценные и хорошо структурированные базы данных локального и регионального уровня а в некоторых случаях – и всей страны в целом.

3.5. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО (РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ)

Одним из актуальных направлений в развитии информационных технологий в медицинской практике являются разработка и внедрение *автоматизированного рабочего места (АРМ)*. Правильнее, придерживаясь международной терминологии, называть такой компьютерный комплекс *рабочей станцией*.

АРМ (рабочая станция) представляет собой аппаратно-программный комплекс, предназначенный для выполнения заранее обусловленного круга задач, связанного с профессиональной деятельностью персонала (рис. 3.3).



Рис.3.3.Автоматизированное рабочее место (АРМ) медицинского работника

АРМ медицинского назначения можно систематизировать в три группы:

- *АРМ врача,*
- *АРМ среднего медицинского работника,*
- *АРМ вспомогательных и административно-хозяйственных подразделений.*

В задачу *АРМ врача* входят следующие функции:

- Ведение формализованных учетных документов пребывания больного в лечебном учреждении (стационаре, поликлинике).
- Оформление всех учетных документов движения больного согласно существующим нормативам.
- АРМ помогает врачу осуществлять ряд важных вспомогательных функций: формировать гипотезы диагноза, получать рекомендации по обследованию пациента и выбору метода лечения, оформлять и поддерживать электронную историю болезни, оформлять эпикризы, заполнять карты выбывшего из стационара.

АРМ врача-специалиста (например, рентгенолога или кардиолога) требует, кроме того, выполнения ряда специальных функций: обработки медицинских диагностических изображений, анализ измерения функциональных параметров и др.

В задачу *АРМ среднего медицинского работника* входят следующие функции:

- поддержка ведения истории болезни и других учетных документов пребывания и движения пациента в лечебном учреждении,
- выполнение врачебных назначений по обследованию и лечению пациентов,
- обработка первичной медицинской документации,
- первичная работа с терминалами диагностических аппаратов.

АРМ вспомогательных и административно-хозяйственных подразделений отражает целевые установки работающего на них персонала (АРМ инженера, бухгалтера, сотрудника аптеки, хозяйственника и пр.).

К АРМ как компьютерно-программному инструменту предъявляется ряд требований, главными из которых, в частности, являются следующие:

- АРМ должно иметь дружелюбный интерфейс и быть адаптированным к пользователю.
- АРМ должно помогать пользователю организовывать, систематизировать, находить и извлекать нужную информацию.
- АРМ должно поддерживать графическую информацию, связанную с видеоизображениями (рис.3.4).

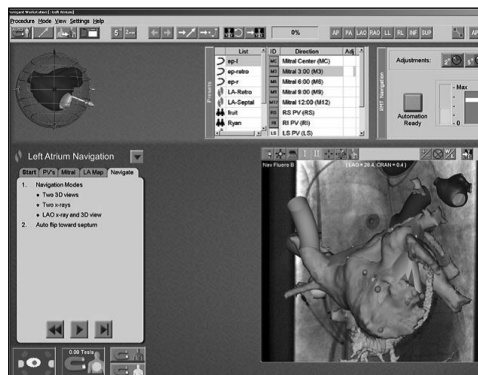


Рис.3.4.Окно автоматизированного рабочего места

- АРМ должно обеспечивать при необходимости получение твердых копий: распечатку текстового документа и графического материала.
- АРМ должно обеспечивать возможность работы в локальных сетях лечебного учреждения и выход (при необходимости) в региональную и глобальную компьютерную сеть (WWW – Интернет).

В состав АРМ входят следующие компоненты:

- *Системный блок* различной архитектуры, адаптированной к конкретной задаче работы пользователя (мощность процессора, объем оперативной памяти, характер видеокарты, наличие инфракрасного порта, Bluetooth, сетевой карты и др.).
- *Медицинские мониторы* с размером экрана не менее 19" по диагонали и с высокой разрешающей способностью
- *Накопители* для хранения информации: магнитные, магнитно-оптические, CD-R, CD-RW, DVD-RAM, стримеры и др.

- *Устройства для получения твердых копий:* принтеры различных типов – лазерные, струйные, термопринтеры, мультиформатные камеры.
- *Устройства для подключения к локальной вычислительной сети* и (при необходимости) к сети Интернет.
- *Системное и специализированное программное обеспечение,* а также программы офисного назначения.

Последним достижением в информационном обеспечении АРМ рентгенолога стали программы CAD (Computer-Aided Diagnosis – компьютерная помощь в диагностике). Эта система может быть обозначена как компьютерная помощь в диагностике заболевания на основе построения вероятностных моделей типичных рентгенологических образов.

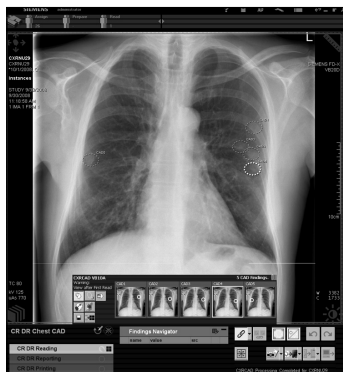


Рис.3.5. Рабочее окно системы CAD при анализе рентгенограммы легких

Система CAD строится на трех базовых принципах: 1) выделение и усиление патологических изменений на рентгенограмме, 2) математическая оценка формы, контраста и размеров найденных очагов патологии, 3) разделение выявленных изменений на норму и патологию. В настоящее время наибольшее распространение системы CAD получила в цифровой маммографии, ангиологии и пульмонологии (рис. 3.5). Возникла и развивается новая технология CAD – использование для ее реализации внешних компьютерных ресурсов, установленных на мощных серверах (т.н. «облачные технологии»).

Система CAD ни в коем случае не ставит диагноз и не подменяет врача. Она – лишь его умный компьютерный помощник. Ее метко характеризуют как «вторичное компьютерное мнение» в медицинской диагностике. Кроме рентгенологии эта система применяется также в других разделах медицинской диагностики – ультразвукографии, радионуклидной скintiграфии и магнитно-резонансной томографии. Попутно заметим также, что эта систе-

ма начинает широко применяется не только в медицине, но также в проектировании, дизайне, инженерном моделировании.

3.6. ЭЛЕКТРОННЫЕ КЛИНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

По сложившейся традиции документы в лечебном учреждении имеют в основном *бумажную* форму – истории болезни, бланки, листки назначения, статистическая отчетность и т.п. Вместе с тем в последнее время наблюдается отчетливая тенденция к переходу всей документации на безбумажную технологию. Делается это поэтапно (отдельные бумажные носители заменяются электронными документами). Другими словами, в настоящее время наблюдается постепенный переход больничного документооборота на безбумажную компьютерную информационную технологию.

Содержимое бумажных документов при использовании его письменного оригинала можно ввести в компьютер с помощью сканера или цифровой фотокамеры. В таком случае получают *факсимильную копию документа*, который можно внести в память компьютера, сохранить на внешних носителях памяти или передать по каналам связи. Однако у факсимильных документов есть существенные недостатки. Главным недостатком факсимильных копий является то, что их нельзя редактировать, используя клавиатуру компьютера. В них нельзя вставить дополнительные фрагменты, например, рисунки или рентгенограммы.

Второй тип документа – *электронный*. Он представляет собой совокупность большого числа нулей и единиц, кодирующих его информационное содержание. Такой документ, следовательно, может быть отредактирован и изменен при использовании компьютерных средств обработки информации.

Создать электронный документ можно путем набора текста на клавиатуре компьютера. Можно также создать электронные документы в виде таблиц, графиков, рисунков путем использования офисных программных приложений. Ряд фрагментов документа, например таких, как компьютерная томограмма или цифровая рентгенограмма, может быть сразу же представлен в них перво-

начально в электронном виде. Существуют программные модули, позволяющие перехватывать документы в электронном виде непосредственно с экрана монитора.

Нередко, чтобы превратить факсимильный документ (например, журнальную статью или выписку из истории болезни) в электронный, его первоначально сканируют, а затем полученное изображение обрабатывают специальной программой, например, *FineReader*. В итоге обработки текстового документа данной программой из факсимильного документа получают его электронный вариант со всеми вытекающими отсюда компьютерными возможностями работы с этим документом.

Для воспроизведения электронного документа необходима так называемая *среда воспроизведения электронного документа* – совокупность компьютера, операционной системы, прикладных и служебных программ, а также данных в памяти компьютера. Только при наличии адекватной среды воспроизведения созданный электронный документ может быть точно воспроизведен на любом другом компьютере любым пользователем. В противном случае может возникнуть несовпадение кодировок документа, что делает невозможным его идентичное воспроизведение.

Одной из распространенных форм электронного документа, циркулирующих в лечебных учреждениях, является *электронная история болезни*.

В лечебном учреждении существует в зависимости от его типа обязательный перечень документов, которые могут подлежать переводу в электронный формат для последующего использования в локальной компьютерной сети:

- медицинская карта амбулаторного больного (ф. №25/у),
- статистический талон для регистрации заключительных (уточненных) диагнозов (ф. №025-2/у),
- талон на прием к врачу (ф. №025-4/у-88),
- талон амбулаторного пациента (ф. №025-6/у-89, №025-7/у-89),
- единый талон амбулаторного пациента (ф. №025-8/у-95),
- талон на законченный случай временной нетрудоспособности (ф. №025-9/у-96).

Кроме вышеперечисленных документов, в лечебном учреждении циркулирует другая отчетность, которая может подле-

жать компьютерной автоматизации. Сюда относятся сведения о заболеваемости по обращаемости (ф.№12), учет пролеченных больных по отдельным медицинским специальностям (ф.№52), учет временной и стойкой утраты нетрудоспособности (ф.16-вн, 12, 30), учет деятельности ЛПУ (ф.12) и ряд других отчетных документов (например, по рентгеновскому отделению, ЛФК, по госпитализации больных, по учету выдачи льготных рецептов и пр.).

Особую сферу компьютеризации документооборота в лечебном учреждении составляет *«История болезни»*. Существует стандартная документация, утвержденная МЗ РФ в виде *«Медицинской карты стационарного больного»* (ф.№003/у), *«Истории развития ребенка»* (ф.№112/у), *«Медицинской карты амбулаторного больного»* (ф.№025/у-87). Во всех этих формах имеется четко формализуемая (например, паспортные данные, сведения о страховой компании и пр.) и описательная части, предполагающие внесение в документ меняющихся событий, например, динамики течения заболевания или медико-биологических параметров пациента.

Под электронной историей болезни понимается программа, работающая обычно под управлением MS Access, которая предназначена для автоматизации ведения документации и статистики в стационаре и поликлинике.

Как правило, электронной историей болезни пользуются в АРМ, преимущественно в локальных компьютерных больничных сетях. Электронная история болезни обеспечивает:

- эффективный способ введения информации в историю болезни,
- эффективный вывод из истории болезни любых данных на экран монитора, на печать, в файл электронной почты,
- эффективный ввод содержания истории болезни в компьютерную базу данных лечебного учреждения, что обеспечивает оперативный анализ состояния лечебного процесса и подготовку отчетности по заданным параметрам или признакам запроса,
- простоту пользования программой, обычно не требующего помощи вспомогательного персонала.

Электронная история болезни представляет собой папку «История болезни» на *Рабочем столе* компьютера пользователя. Каждый раздел папки является документом, содержащим те или иные данные о пациенте, и представляет собой вложенные папки в общий документ. Ниже (табл. 3.1) приводится образец структуры электронной истории болезни.

Таблица 3.1

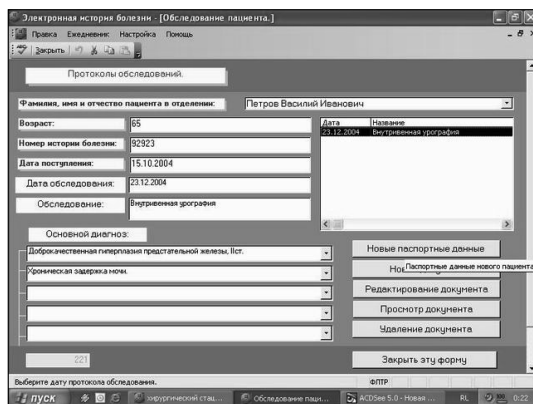
Структура электронной истории болезни

№	Разделы истории болезни	Содержание разделов
1	Титульный лист	Содержит медицинскую карту стационарного больного
2	Анкетная информация	Ф.И.О. пол, возраст пациента, адрес
3	Сигнальная информация	Непереносимость лекарственных средств, факторы риска, учет дозы рентгеновского облучения, наличие хронических, инфекционных или онкологических заболеваний
4	Запись врача в приемном отделении	Содержит запись врача в приемном отделении при осмотре пациента
5	Осмотр	Содержит данные осмотра пациента во всех отделениях
6	Результаты диагностических исследований	Содержит клинические и биохимические анализы крови, анализы мочи, результаты функциональной диагностики и лучевых методов исследования, протоколы эндоскопических и биопсических исследований
7	Диагноз	Содержит все выставленные в ходе обследования диагнозы
8.	Лечебные назначения	Содержит сведения о медикаментозных и процедурных назначениях
9	Режим	Содержит описание характера режима
10	Диета	Содержит указание на диету
11	Дневник	Содержит все дневниковые записи и сделанные больному назначения
12	Оперативные пособия	Содержит протоколы операций и микроинвазивных вмешательств

Окончание таблицы 3.1

№	Разделы истории болезни	Содержание разделов
13	Пребывание в отделениях	Содержит истории продвижения пациента по стационару
14	Эпикриз	Содержит эпикризы
15	Выписка	Содержит выписку из истории болезни
16	Лечащий врач	Содержит сведения о лечащем враче (или врачах)
17	Извещение	Содержит выдачу извещений по формам 058, 089, 090, 091
18	Документы экспертных комиссий и консилиумов	Содержит информацию о проведенных экспертных комиссиях и консилиумах
19	Амбулаторная карта	Содержит амбулаторную карту пациента
20	Вещи пациента	Содержит перечень вещей пациента, оставленных на хранение при поступлении в стационар
21	Статистическая карта выбывшего из стационара (форма 066)	Содержит сведения о пребывании больного в стационаре и результатах лечения

Каждый раздел таблицы представляет собой самостоятельный скриншот (*Рабочее окно*), образованный в среде Windows (рис. 3.6).



3.6. Скриншот Обследование пациента электронной истории болезни

Приведенная выше информационная технология составления медицинской документации имеет один существенный недостаток: она рассчитана на информационную среду (аппаратное и программное обеспечение), которой располагает лечебное учреждение или любая другая организация. При передаче документа из одного учреждения в другое необходимо обязательно обеспечить в принимающем учреждении ту же среду воспроизведения, в которой создавался конкретный документ первоначально. Этот факт сдерживает обмен данными между различными больницами, поликлиниками и органами управления здравоохранением, затрудняет развитие телекоммуникации и телемедицины.

В целях оптимизации обмена данными разработаны и внедряются открытые стандарты, которые основаны на общепринятых протоколах обмена данными. Из всех открытых стандартов применительно к медицинским данным наибольший интерес представляют стандарты *HL-7* и *DICOM 3*.

Открытый протокол *HL-7* (версии 2.4 и 2.5) получил свое название по наименованию комитета *Health Level 7* (уровень здоровья 7), созданного в 1987 году в США для разработки открытого стандарта с целью передачи медицинских данных. Разработанный вышеназванным комитетом стандарт ныне получил широкое распространение во всех странах мира. Он позволяет передавать по телекоммуникационной сети электронные документы, которые могут быть восприняты потребителем этой информации в абсолютно идентичной форме. Этот же комитет разработал стандарт клинического контекста *CCOW*, поддерживающего архитектуру клинических документов *CDA*. Последняя версия данного стандарта – *CCOW.3* описывает его структуру на распространенном языке *XML*, что значительно упрощает обмен медицинскими документами, находящимися на различных аппаратных платформах.

Суть этих стандартов состоит в том, что все события, связанные с нахождением пациента в лечебном учреждении, кодируются специальным *сегментами* (например, визит пациента – *Patient Visit – PVI*). Каждый сегмент, в свою очередь, идентифицируется трехсимвольным кодом, который передается по компьютерной сети адресату.

Стандарт *HL-7* включает в себя 4 основные части:

- демографические данные пациента,
- данные о госпитализации,
- заголовок документа,
- элементы клинической информации

В рассматриваемом стандарте минимальной единицей данных является *сообщение*. Каждое сообщение состоит в свою очередь из группы *сегментов*, расположенных в определенной последовательности. Каждое сообщение имеет трехсимвольный код (*идентификатор сегмента*) и несет в себе информацию о конкретной клинической ситуации, например, движение пациента по отделениям стационара, начиная от его госпитализации и кончая выпиской. Сегмент представляет собой логическую группировку *полей данных*. Каждому сегменту присваивается свое имя. Всего в стандарте выделении 59 типов сегментов. Полная строка символов называется *полем документа*.

Суть данного протокола состоит в том, что создаются унифицированные таблицы, в которых приводятся данные о пациенте (*атрибуты*), закодированные в символы, буквы и цифры. Каждому элементу присваивается особый статус, который также выражается кодом, поэтому все данные о больном в итоге имеют вид большого набора символов (букв и цифр).

Получатель этой информации, имея аналогичную действующую программно-информационную среду, свободно с помощью компьютера может расшифровать переданную информацию и получить в свое распоряжение все интересующие его медицинские данные. При этом код указывает не только название исследования, его результаты, но и методику его выполнения. Все коды сведены в классификацию *LOINC*, состоящую из большого числа таблиц, в каждую из которых входят клинические данные (атрибуты). Всего в классификации *LOINC* содержится 29322 кода клинических и лабораторных исследований. Ниже (табл. 3.2) приведен краткий пример такой кодировки.

В табл. 3.3 приведен перечень атрибутов *элемента клинической информации*. В нем, в частности, указаны следующие параметры: *длина* – она ограничивает число символов данного атрибута, столбец *тип* задает область значений атрибута, *О/Н* (*обязательность*)

указывает на наличие или отсутствие атрибута (*O* – обязательный атрибут, *H* – необязательный атрибут), *повт/*# – возможность повторения атрибута (например, *Д* – любое число повторений, *Д/3* – повторение до 3 раз, *табл #* – номер таблицы в классификации LOINC, из которой берутся значения данного атрибута, *атр #* – номер атрибута в стандарте, *название* – название атрибута.

Таблица 3.2

Примеры кодировки LOINC стандарта HL-7

Код	Описание
11504-8	Протокол операции
11520-4	Протокол эхокардиографии
18747-6	Протокол компьютерной томографии

Таблица 3.3

Атрибуты элемента клинической информации

№	Длина	Тип	О/Н	Повт/	Табл#	Атр #	Название
1	250	CE	H			00573	Значение элемента
2	2006	TS	H			00582	Дата и время исследования
3	5	ID	H	Д/3	0078	00576	Флаг аномалии

Атрибут *Флаг аномалии* берется из справочной таблицы 0078 стандарта. В ней указан статус нормальности значения каждого элемента. Так, по данным этой таблицы символом *L* обозначаются величины, располагающие ниже нижней границы нормы. Символ *LL* означает значения ниже нижней тревожной границы, символ *D* – значимое снижение показателя, символом *A* обозначается аномалия развития (используется для нечисловых результатов).

Для дальнейшего развития концепции открытых стандартов в комитете HL-7 была создана отдельная группа специалистов, итогом работы которой послужил также открытый стандарт архитектуры клинических документов *CDA* (*Clinical Document Architecture* – архитектура клинического документа). Структура и семантика это-

го документа основана на языке *XML*. Основная идея документов по стандарту *CDA* состоит в том, чтобы он мог как читаться человеком, так одновременно и обрабатываться компьютером.

Стандарт DICOM 3 (Digital Imaging and Communication in Medicine – цифровые изображения и обмен ими в медицине, версия 3,0) предназначен, как следует из расшифровки его названия, для передачи медицинских изображений между компьютерами (подробнее см. главу 8).

Стандарт *DICOM* позволяет осуществлять связь между всеми средствами визуализации (как аппаратными, так и вспомогательными – рабочими станциями, АРМ, архивами, дигитайзерами, микроскопами, эндоскопами), передавать медицинские изображения внутри лечебного учреждения и на расстояния через сеть Интернет. Данный стандарт послужил одной из основ создания нового направления – телемедицины.



Контрольные термины и понятия для самостоятельной проверки знаний

Понятие информационных технологий:

- *Информационная технология.*
- *Информационная культура.*
- *Информационный ресурс (продукт).*
- *Сетевой этикет.*
- *Информационная услуга.*
- *Уровни информационных технологий.*
- *Система Data mining.*

Информационные услуги:

- *Пять секторов рынка в области информационных услуг.*
- *Деловая информационная услуга.*
- *Специальная информационная услуга.*
- *Потребительская информационная услуга.*
- *Информационные образовательные услуги.*
- *Обеспечивающие и системные информационные услуги.*
- *Информационный инструментарий.*

- *Три этапа создания информационного продукта.*

Технология обработки информации:

- *Централизованная обработка информации.*
- *Децентрализованная обработка информации.*
- *Технология обработки первичных данных.*

Технологические уровни обработки информации:

- *Оперативный.*
- *Тактический.*
- *Стратегический.*

Автоматизированное рабочее место (АРМ):

- *Три группы АРМ.*
- *Задачи АРМ врача.*
- *Задачи АРМ среднего медицинского работника.*
- *Задачи АРМ вспомогательных и административно-хозяйственных подразделений.*
- *Состав АРМ.*

Электронные клинические документы:

- *Факсимильный.*
- *Электронный.*

Электронная история болезни:

- *Структура электронной истории болезни.*
- *Понятие скриншота (Рабочего окна) экрана.*
- *Стандарт HL-7.*
- *Стандарт DICOM 3.*
- *Понятие медицинского изображения.*

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое «Информационная технология»?
2. Что включают в себя информационные ресурсы?
3. Какие виды информационных услуг существуют в медицине?
4. Какие существуют секторы рынка в информационных услугах?
5. Какие этапы включает в себя создание информационного продукта?
6. Какие деловые информационные услуги существуют в медицине?
7. Какова технология обработки первичных медицинских данных?
8. Какие существуют виды обработки медицинской информации?

9. Кто работает в оперативном уровне обработки медицинской информации?
10. Кто из медицинских работников находится в сфере стратегического уровня обработки информации?
11. Какие существуют группы АРМ?
12. Что входит в состав АРМ?
13. Какова структура медицинской электронной истории болезни?
14. Что такое «медицинское изображение»?

Тестовые задания

Первый уровень

1. Информационная технология – это:
 - а – компьютерная технология;*
 - б – обработка информации на бумаге;*
 - в – использование калькуляторов при вычислениях;*
 - г – совокупность средств обработки информации;*
2. Информационный ресурс – это:
 - а – программный продукт;*
 - б – научное сообщение;*
 - в – печатаная работа;*
 - г – аппаратно-программное сочетание;*
3. На тактическом уровне обработки информации работают:
 - а – практические врачи;*
 - б – главные врачи;*
 - в – заведующие отделениями;*
 - г – вспомогательный персонал;*
4. Стратегический уровень обработки информации выполняется:
 - а – органами управления здравоохранением;*
 - б – вспомогательным персоналом лечебных учреждений;*
 - в – заведующими отделениями;*
 - г – сотрудниками первичного звена здравоохранения;*
5. АРМ – это:
 - а – аппаратно-компьютерный комплекс;*
 - б – программно-компьютерный комплекс;*
 - в – персональный компьютер;*
 - г – медицинская компьютерная программа;*

Второй уровень

1. Информационные технологии – это ...
2. Система Data mining – это ...
3. Специальная информационная услуга – это ...
4. Информационные образовательные услуги – это ...
5. Централизованная обработка информации – это ...
6. Децентрализованная обработка информации – это ...
7. Оперативный уровень обработки информации – это ...
8. Tактический уровень обработки информации – это ...
9. Стратегический уровень обработки информации – это ...
10. АРМ – это ...
11. Факсимильный документ – это ...
12. Электронный документ – это ...

Третий уровень

1. Дайте понятие информационной технологии, информационной услуги.
2. Какие секторы рынка в области информационных услуг существуют в настоящее время.
3. Охарактеризуйте три этапа создания информационного продукта.
4. Дайте характеристику основным видам обработки информации.
5. Какие технологические уровни обработки информации существуют в здравоохранении.
6. Опишите структуру и назначение АРМ.
7. Дайте характеристику факсимильным и электронным медицинским документам.
8. Опишите структуру электронной истории болезни

Глава 4

ВВЕДЕНИЕ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНУЮ ТЕХНИКУ

Технической базой медицинской информатики является *вычислительная система*. Под *вычислительной системой* понимают совокупность аппаратных и программных средств, обеспечивающих выполнение компьютерных технологий. В медицинской практике, кроме того, выделяют две группы вычислительных систем: *общего назначения* и *медицинские аппаратно-компьютерные комплексы*. К вычислительным системам общего назначения относят системы, базирующие на компьютерах разной производительности и конфигурации. К вычислительным системам специального медицинского назначения относят медицинские аппаратно-компьютерные комплексы, состоящие из компьютеров различной архитектуры и производительности и собственно медицинского аппарата.

4.1. АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Любой компьютер в своем составе имеет набор аппаратных средств, принятых объединять термином *аппаратной конфигурации* компьютера. Как правило, компьютеры имеют блочно-модульную структуру, что облегчает понимание их работы.

Архитектуру компьютера, предельно упрощая, можно представить себе как шину, с которой связаны различные функционирующие элементы, каждый из которых имеет свое назначение (рис. 4.1)

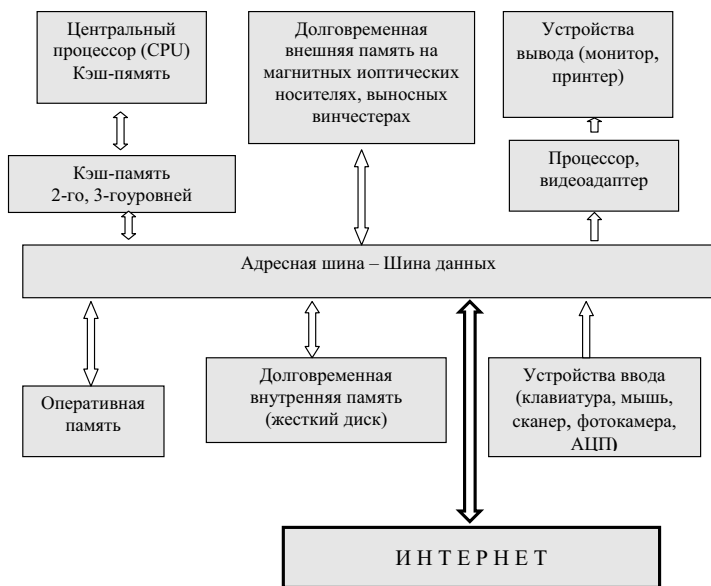


Рис.4.1. Функциональная схема компьютера

Основным устройством, в котором происходит обработка информации, является *процессор*. Существует большое число процессоров, отличающихся своей производительностью. Наиболее популярными являются процессоры фирм Intel, AMD и IBM. При этом 80% их рынка составляет линейка Intel: Pentium, Core 2, Celeron, i5, i7, Xeon, Itanium, и около 20% рынка приходится на процессоры AMD: Athlon, Duron, Sempron. В большинстве персональных компьютеров используются двухъядерные процессоры. Но в рабочих станциях и серверах применяются 4- и 8-ядерные процессоры. Основными параметрами процессора, определяющими его производительность, является разрядность, тактовая частота и размер кэш-памяти.

Разрядность процессора показывает величину информации в битах, которую он может обработать за один раз. В настоящее время наибольшее распространение получили 32- и 64-разрядные процессоры. Производительность последних выше.

Другой параметр процессора – *рабочая тактовая частота*, показывающая, с какой скоростью обрабатывается информация

в процессоре. Современные процессоры имеют тактовую частоту порядка 1-3 ГГц. Находящаяся в микросхеме процессора кэш-память существенно ускоряет его работу, сокращая время обращения процессора к относительно медленно работающей оперативной памяти. Для большего ускорения на современных компьютерах применяется кэш-память 2-го и 3-го уровней. Объем кэш-памяти может достигать нескольких сот Кбайт.

Оперативная память (RAM – Random Access Memory – память со свободным доступом) – предназначена для временного хранения программ и данных и представляет собой набор микроячеек, состоящих из микроконденсаторов (*DRAM-память*) или транзисторов (*SRAM-память*). У каждой из этих видов памяти свои преимущества и недостатки. Оперативная память – энергозависимая, т. е. с выключением компьютера все данные и программы в ней стираются. Поэтому при работах с высокой ответственностью, например, при компьютерной томографии, на входе вычислительной системы обязательно устанавливается источник бесперебойного питания (ИБП), который аккумулирует электроэнергию и при аварийном прекращении электроснабжения позволяет компьютерной системе находиться некоторое время в работоспособном состоянии. Емкость оперативной памяти составляет несколько сот Мбайт, иногда выше – до 1-2 Гбайт. В отдельных случаях, как, например, в системах с реконструкцией трехмерных и четырехмерных изображений оперативная память может составлять несколько десятков Гбайт. Время доступа к данным оперативной памяти очень мало и составляет всего 2–5 нс (миллиардных долей секунды).

Долговременная внутренняя память – жесткий диск, или винчестер, представляет собою набор пластин, быстро вращающихся в герметическом корпусе. Это энергонезависимая память и, следовательно, программы и данные хранятся в ней неопределенно длительное время, даже при выключенном компьютере. Емкость современных винчестеров составляет сотни Гбайт. Время доступа к данным у современных винчестеров составляет 5–10 мкс.

Устройствами ввода информации в компьютер обычно являются клавиатура и мышь. В некоторых случаях используются *сканер, фотокамера, аналого-цифровой преобразователь, дигитайзер*.

К устройствам *вывода* информации относится монитор. В настоящее время используются главным образом жидкокристаллические (LCD) мониторы, предпочтительно с фотодиодной подсветкой. Важным свойством монитора является его разрешение. Если пользователь работает в офисном режиме, т. е. с обычными документами, то разрешение 17-дюймового LCD-монитора должно составлять не менее 1024x768 пикселей. При работе же с медицинскими изображениями применяют мониторы большего размера – 19–21 дюйм. При этом минимальное разрешение допускается 1280x1024 пикселей.

Важной характеристикой мониторов является частота регенерации кадров. Для LCD-мониторов частота смены кадров 85 Гц является пределом. Важной характеристикой монитора является «шаг маски», так как он определяет четкость изображения. Обычно шаг маски не превышает 0,24 мм.

Для специальных видов работ (в том числе и в медицине) применяют мониторы с горизонтальной ориентацией дисплея – «ландшафтный монитор» или с вертикальной его ориентацией – «портретный монитор».

В практике работы с медицинскими изображениями на рабочих станциях и в медицинских аппаратно-компьютерных комплексах используются специальные «*медицинские мониторы*». Размер их диагонали составляет 19–21 дюйм. У таких мониторов разрешение весьма высокое, не менее 2560x2048 пикселей. Высока также яркость изображения: при фотодиодной подсветке она может достигать 1000 кд/м², при этом контрастность составляет 1000:1. Они работают, как правило, в 24-разрядном режиме, что позволяет передать 16,5 млн оттенков цветов – «*полноцветный режим*» (режим *True Color*), частота смены кадров достигает 100 Гц, а шаг маски не превышает 0,2 мм. Некоторые типы медицинских мониторов имеют встроенные программы коррекции изображений, позволяющие имитировать рентгеновскую пленку.

В отдельную группу выделяются *дисплейные консоли*. Они предназначены для визуализации большого объема медицинских данных в операционных залах (рис. 4.2) или местах пребывания большого количества персонала, например, в ординаторских.

В качестве *устройств вывода* в офисной работе обычно используют *принтеры* – лазерные или струйные, реже светодиодные. Разрешающая способность лазерных и струйных принтеров колеблется в зависимости от модели изготовителя в пределах *600 dpi (dots per inch – точек на дюйм)*. В практической деятельности медицинского учреждения с работами офисного характера следует отдать предпочтение черно-белым лазерным принтерам.

Необходимо учесть, что некоторые медицинские изображения имеют цветной характер. В таких случаях для получения такого изображения на бумаге предпочтительнее использовать цветной струйный или лазерный принтер. В сложных медицинских аппаратно-компьютерных системах, таких как, например, рентгеновские компьютерные или магнитно-резонансные томографы, распечатку результатов исследования осуществляют на *лазерных* или *инфракрасных* камерах. Данные ультразвукового исследования обычно представляются в виде *светодиодных* копий.

Существенная роль в работе медицинского служащего отводится средствам ввода данных в компьютер. В офисной работе чаще всего используются *сканеры*, обычно планшетного типа, которые позволяют вводить в компьютер, а затем в документ как графическую, так и текстовую информацию. Планшетный сканер обычно имеет формат А3 или А4. Он может быть *транспарентным* или работать в *отраженном свете*. С помощью транспарентного сканера можно водить в компьютер слайды или рентгенограммы, затем их программно обрабатывать и сохранять в цифровом виде, передавать по телекоммуникационным каналам связи. Сканер, работающий в отраженном свете, предназначен для введения в компьютер документов и графических изображений с бумажных носителей.

Преобразование бумажного документа в электронную форму выполняют с помощью программы распознавания текста –



Рис.4.2. Дисплейная консоль в операционном зале

FineReader, которая работает через драйвер TWAIN. Он открывает окно, позволяющее производить тщательную настройку сканера. На втором этапе производится распознавание текста, т. е. превращение его из электронной копии в электронный документ.

Важной характеристикой сканера является его разрешение. Типичным вариантом планшетного сканера для офисного применения является разрешение 600 dpi. Сканеры профессионального типа, а именно их рекомендуется использовать в медицине при работе с прозрачными изображениями, например, рентгенограммами, должны иметь разрешение 1200 dpi. Другой важной характеристикой планшетного сканера является динамический диапазон, обозначаемый D – логарифм отношения яркости наиболее светлых участков изображения к наиболее темным его участкам. Офисный сканер имеет диапазон около 1,5–2,0D, динамический диапазон профессионального сканера, предназначенного для прозрачных изображений при оцифровке рентгенограмм, составляет 2,5–3,5D.

4.2. КЛАССИФИКАЦИЯ КОМПЬЮТЕРОВ

Выполнение медицинских задач с помощью компьютеров требует их особой классификации, несколько отличающейся от общепринятых группировок. Если исходить из максимально достигнутых компьютерных технологиях, то следует выделить, прежде всего, *суперкомпьютер*. Это – особый класс приборов, предназначенный для решения задач глобального характера. Максимальная



Рис.4.3. Суперкомпьютер

производительность суперкомпьютера достигла в 2011 г. 10,51 петафлопс (квадриллионов операций в секунду с плавающей запятой) – компьютер Kei Института физико-химических исследований (Япония). Число процессоров в нем впечатляюще огромно – 88128 (!), которые расположены в 864

вычислительных стойках. Суперкомпьютер – очень дорогое и сложное вычислительное устройство (рис. 4.3). Основные его назначения – это моделирование природных процессов, ядерных реакций, прогнозирование стихийных бедствий, в частности, землетрясений, анализ процессов изменения климата, а также космические исследования. Применительно к медицине с помощью суперкомпьютера был разгадан геном человека, что, по понятным причинам, привело к большому числу важных решений в сфере науки и практического здравоохранения.

Второй вариант увеличения производительности компьютеров – создание кластеров. *Кластер* – это набор вычислительных узлов (самостоятельных компьютеров), связанных высокоскоростной сетью и программно объединенных в единое целое. Кластеры значительно дешевле суперкомпьютеров и проще в обслуживании. Их задача – выполнение высокоскоростных параллельных вычислений, которые используются в сетевых технологиях, в том числе в медицине.

Значительным прорывом в информационных технологиях, в том числе и в медицине, явился *персональный компьютер (ПК)*. Впервые его создали в 1976 г. Стив Джобс и Стив Возняк (в буквальном смысле в гараже). Впоследствии они основали знаменитую ныне фирму Apple. Однако точкой отсчета триумфального шествия персональных компьютеров по планете принято считать 1981 год, когда фирма IBM презентовала широкой публике компьютер IBM 5150. С тех пор компьютер IBM PC стал стандартом персонального компьютера. Он буквально революционизировал информационное состояние общества, позволив впервые сделать вычислительную технику доступной для широких масс населения.

Роль персонального компьютера в медицине трудно переоценить. В настоящее время он повсеместно распространен практически во всех лечебных учреждениях. ПК стал основным индивидуальным инструментом для всей офисной работы медицинского работника, которая резко преобразилась. Она стала продуктивнее и более качественной. ПК явился основой для создания рабочих станций, локальных компьютерных сетей. Особенно широкую популярность приобрел ПК в связи с развитием Интернета, когда он стал основным инструментом выхода в Глобальную компью-

терную сеть, средством общения людей на расстоянии и доступа к мировым достижениям культуры, науки, образования.

В принципе, независимо от конкретного предназначения, ПК имеет стандартные составные части: *системный блок, клавиатура, монитор и мышь*. В качестве дополнительных атрибутов к нему могут прилагаться динамики, сканер, принтер, видеокамера и некоторые другие вспомогательные устройств.

В зависимости от размеров и других форм-факторов различают *настольные (desktop)* (рис.4.4) и *портативные ПК: ноутбуки (notebook)* (рис.4.5), *планшетные ПК* и *карманные ПК (palmtop)*.



Рис.4.4. Персональный компьютер



Рис.4.5. Ноутбук

По уровню специализации ПК делят на *универсальные*, т.е. предназначенные для широкого класса работ и *специализированные*. В медицинской практике широко используется оба этих типа.

Общепринятой классификации ПК не существует. До последнего времени действует сертификационный стандарт РС99-РС2002, в соответствии с которым ПК делятся на следующие типы:

1. *Массовый компьютер (Consumer PC).*
2. *Деловой ПК (Office PC).*
3. *Портативный ПК (Mobile PC).*
4. *Рабочая станция (Workstation PC).*
5. *Развлекательный ПК (Entertainment PC).*

Конечно, подобное деление весьма условно и давно переросло свои рамки. Массовые (домашние) компьютеры теперь по производительности не уступают офисным (деловым), а портативные могут превосходить офисные. Все зависит от архитектуры ком-

пьютера и его микропроцессорной оснащенности. Современный ПК обладает исключительно высокой производительностью, обусловленной многоядерными процессорами и развитым программным обеспечением. Он имеет, как правило, разветвленную сеть приложений, включающих в себя системы поддержки мультимедиа, «тяжелой» потоковой трехмерной графики, разнообразных офисных приложений, возможностью работать со сторонними пользователями через Wi-Fi. Нередко ПК служит терминалом при работе в Глобальной или локальной компьютерной сети.

Рабочие станции, которые используются в медицинской практике, представляют собою мощный ПК, оснащенный высокопроизводительной системой визуализации (видеоадаптер, медицинский монитор) и развитым программным обеспечением, предназначенным для обработки медицинских данных. Рабочими станциями комплектуются все современные сложные медицинские аппараты, предназначенные для визуализации внутренних органов – рентгеновские и магнитно-резонансные компьютерные томографы, ультразвуковые сканеры, гамма-камеры. В программное обеспечение некоторых современных рабочих станций встроены интеллектуальные механизмы решения медицинских диагностических задач и функции управления сбором информации online. Рабочие станции, как правило, замыкаются на высококачественные устройства создания твердых копий документов – обычно медицинских изображений органов.

Развлекательный компьютер приобрел черты мультимедийного аппарата с великолепной полифонией и визуальной системой представления данных. Следует учитывать, что многие развлекательные программы идут сейчас в режиме online (естественно, при широкополосном доступе в Интернет), и, кроме того, всегда имеют, трехмерную графику.

Значительную нишу в медицинских компьютерных технологиях занимают портативные ПК. Традиционно значительное место в них отводится ноутбукам. С их помощью врач имеет доступ через Всемирную сеть ко всем нуждающимся данным – медицинским, социальным, юридическим. Используя доступ Wi-Fi, медицинский работник может осуществлять свою офисную деятельность из любого места нахождения.

На смену ноутбуками постепенно приходит новое поколение компьютерных устройств – планшетный персональный компьютер (tablet PC). *Он представляет собою полноразмерный ноутбук, оборудованный сенсорным экраном, который позволяет работать при помощи стилуса или пальцев. Одновременно возможна работа с помощью клавиатуры и мыши. Важная их отличительная особенность – совместимость с IBM PC-компьютерами. На них установлены полноценные операционные системы, используемые в настольных компьютерах, такие как семейство Microsoft Windows NT (Windows XP Tablet PC Edition, Windows 7, Windows 8); Apple Mac OS X; Linux. Это позволяет использовать без ограничений всю широту программного обеспечения, доступного на настольном компьютере. Пользователь может также вводить текст, используя встроенную программу распознавания рукописного ввода, экранную (виртуальную) клавиатуру, распознавание речи, либо физическую клавиатуру.*



Рис.4.6. Планшетный персональный компьютер iPad фирмы Apple

Важной вехой в развитии планшетных ПК стал 2010 год, когда фирма Apple представила миру принципиально новый тип устройств - *планшет iPad* (рис. 4.6). Этот ПК является классическим примером *интернет-планшетов* и принципиально отличается от прежних ПК. Многие аналитики относят интернет-планшеты к устройствам *посткомпьютерной*

эпохи, которые проще и понятнее привычных персональных компьютеров и со временем могут вытеснить прежние ПК с рынка информационных технологий. На презентации этого ПК 27 января 2010 г. в Сан-Франциско Стив Джобс сказал: «... Технологии неотделимы от гуманитарных наук – и это утверждение как никогда справедливо для *устройств посткомпьютерной эпохи*. Конкуренты пытаются нащупать оптимальный баланс в новых моделях персональных компьютеров. Это не тот путь, который выбирает Apple – на самом деле, будущее за *посткомпьютерными устройствами*, которые проще и понятнее привычных PC».

В последнее десятилетие возникло новое поколение переносных аппаратов, так называемых *гаджетов* – портативных устройств, сочетающих в себе набор разнообразных приспособлений для работы и связи – смартфона, портативного ПК, телефона, органайзера, телефона, фото- и видеокamеры. Типичным представителем такого устройства является iPhone (рис.



Рис.4.7. Карманный персональный компьютер (смартфон) iPhone 4 фирмы Apple

4.7) – четырехдиапазонный мультимедийный смартфон фирмы Apple. Он вмещает в себе функциональность плеера iPod, коммуникатора и интернет-планшета. Смартфоны последнего поколения имеют встроенную память 64 Гбайт, что обеспечивает комфортную работу с различными приложениями. В аппарате предусмотрено также возможность его управления голосом («голосовая помощница» – Siri). Аналогичные смартфоны выпускаются также другими корпорациями (Samsung, Google и др.).

Создание высокопроизводительных портативных компьютерных устройств открыло широкие возможности для их использования в телемедицине.

В последние годы на рынке мобильных устройств появилась еще одна новинка – *ридеры*, или «*читалки*» (рис. 4.8). Они основаны на технологии электронных чернил (e-ink). Вместо кремниевой основы в них используются полимеры. Ридеры работают в отраженном свете, поэтому текст на них выглядит столь же контрастно, как и на обычной бумаге. Благодаря отсутствию электронной подсветки экрана потребляемая мощность ридера чрезвычайно мала: заряда батареи хватает на одну-две недели работы устройства. Ридеры имеют низкую частоту смены кадров: всего 3-4 в 1 с. Поэтому воспроизводить на них потоковые файлы невозможно. Наличие модулей Wi-Fi и 3G позволяет пользователю загру-

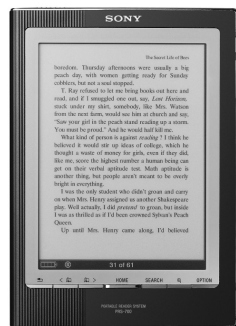


Рис.4.8. Ридер



Рис.4.9. Электронная бумага

жать в него электронные издания: книги (e-book), журналы (e-journal), различные документы из электронных библиотек и архивов. Сенсорный монохромный или, реже, цветной экран ридера имеет размер до 9,7 дюйма с разрешением 1280x825 пикселей.

Основное назначение ридеров в медицине – это замена бумажной документации, а также использование его в образовательном процессе в качестве электронных учебников. По существу, ридеры – это те же планшетные ПК, но с усеченными функциями. Привлекательной их чертой является низкая стоимость и простота пользования. Близко к ридерам по технологии изготовления и пользованию лежит *электронная бумага* (e-paper) (рис. 4.9).

4.3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРОВ

Программное обеспечение компьютера представляет собой взаимосвязь программ разного уровня сложности и подчинения. При этом можно выделить программы различных уровней подчиненности. *Совокупность программного обеспечения, функционирующего во взаимосвязи с различными аппаратными устройствами компьютера, называют программным обеспечением.*

Программное обеспечение компьютера можно разделить на ряд уровней:

- базовый,
- системный,
- служебный,
- прикладной.

Базовый уровень программ – самый низкий. На этом уровне происходят инициация работы компьютера после его включения и связь между различными аппаратными составляющими. Физически базовый уровень реализован в виде микросхемы ПЗУ – постоянного запоминающего устройства. В нее «защита» программа

BIOS – *Basic Input Output System* (базовая система ввода-вывода). ПЗУ проверяет работу компьютера и осуществляет взаимодействие периферических его устройств: клавиатуры, мыши, жесткого диска и дисководов. ПЗУ является энергонезависимой памятью, поэтому информация в ней сохраняется постоянно, даже при выключенном компьютере.

Другим устройством базового программного уровня компьютера является *CMOS*, который относится также к энергонезависимой памяти. Он предназначен для подгонки программного обеспечения к конкретной архитектуре компьютера и программируется при первоначальной сборке компьютера. При изменении архитектуры компьютера *CMOS* может вызываться на экран монитора и перепрограммироваться. Данная микросхема постоянно подпитывается от небольшой аккумуляторной батарейки, заряда которой хватает на довольно продолжительное время, когда компьютер находится в выключенном состоянии.

Системный уровень программного обеспечения компьютера составляет операционная система, в состав которой входят ядро операционной системы и некоторые части служебных программ. В частности, в состав системного программного обеспечения входят драйверы (программы согласования) устройств, которыми оснащен компьютер. Современная операционная система опознает большую часть внешних устройств компьютера (монитора, клавиатуры, принтера и др.) автоматически, по умолчанию. Здесь действует принцип, удачно названный *plug-and-play* – включай и работай.

Наиболее популярными в нашей стране являются операционные системы *Windows XP*, *Windows 7*, *Windows NT*, *Linux*, *MacOS X*, *Unix* и некоторые другие. Часть ОС, такие как, например, *Linux*, являются открытыми. Это означает, что коды ее свободно размещены в Интернете, доступны для пользования и возможной модификации. Другие ОС относятся к закрытым системам. 90% персональных компьютеров, находящихся в пользовании у медицинских работников нашей страны, работают по управлению операционной системы *Windows XP* и *Windows 7*.

Важной составной частью операционной системы являются драйверы, обеспечивающие взаимодействие аппаратных

устройств, а также программные средства для связи человека с компьютером. *Совокупность аппаратно-программных устройств, обеспечивающих связь между аппаратной частью компьютера, его программным оснащением и пользователем, называется интерфейсом.* Различают *интерфейсы аппаратно-программные, программные и пользовательские.*

Аппаратно-программные интерфейсы обеспечивают связь между аппаратным устройством и программным обеспечением. *Программные интерфейсы* предназначены обеспечить внутри-программную связь в компьютере. *Пользовательские интерфейсы* призваны обеспечить взаимодействие человека с компьютером. Они могут быть сгруппированы следующим образом:

- *Оконные интерфейсы:*

- WIMP-интерфейс (Windows, Icons, Menu, Point-and-Click – окна, пиктограммы, меню, «укажи и щелкни»)

- OpenOffice.org 1.1.5-интерфейс.

- *Интерфейс командной строки (MS-DOS).*

- *Файловый менеджер (FAR, NC).*

- *SILK-интерфейс* (Speech, Image, Language, Knowledge – речь, образ, язык, знания).

- *Биометрический интерфейс* (радужка глаза, отпечаток пальца, фотоснимок лица).

Наибольшую популярность получили оконные интерфейсы, в частности интерфейсы, имеющие оконную графику – *WIMP-интерфейсы*. Среди них наибольшей популярностью пользуется *MS Windows* и *Mac OS X*.

Служебный уровень программного обеспечения предназначен для автоматизации работы по проверке, наладке и настройке компьютерной системы. Обычно служебные программы (их иногда называют *утилитами*) являются внешними по отношению к операционной системе. К служебным относятся такие программы, как файловые диспетчеры, средства сжатия данных и диска, очистки и дефрагментации диска, средства просмотра, контроля и коммуникации, восстановление системы и некоторые другие.

Операционные системы позволяют создавать комплексные документы, состоящие из фрагментов различных приложений. Так, в текст можно вставлять рисунки, графики, таблицы. Это

свойство ОС получило название концепции связывания и внедрения объектов *OLE (Object Linking and Embedding)*. При *внедрении* объекта, например, рисунка в текстовый документ (эта операция носит название «*импорт*») обе части документа – и текст и рисунок приобретают свойство единого документа (с соответствующим увеличением его объема). При сохранении документа в памяти ПК сохраняются все его части.

При *связывании* объекта сам объект не вставляется в документ, а вместо этого в указанное зарезервированное для него место вставляется лишь указатель на месторасположение объекта. Сам объект находится в другом приложении или в памяти ПК. Таким путем удастся значительно уменьшить итоговый объем документа. При выводе документа на печать импортированный объект будет отображен на бумаге.

Метод внедрения объекта применяется при передаче документа в распечатанном или электронном виде во внешние структуры. При работе в локальной сети удобнее объекты связывать. Особенно эффективен этот метод при работе с бланками, циркулирующими в лечебном учреждении по локальной сети. При этом создается возможность централизованно отслеживать формы бланков и вносить в них необходимые коррективы.

Прикладной уровень программ обеспечивает выполнение всех пользовательских задач, для которых и предназначен компьютер. По характеру выполняемой работы прикладные программы подразделяются на две большие группы: *программы общего назначения и специальные программы*.

Программы *общего назначения* предназначены в основном для выполнения работ, имеющих офисный характер. В принципе такие работы могут иметь характер производственной (медицинской) деятельности пользователя.

Текстовый редактор. Предназначен для создания тестовых документов, их редактирования и оформления. Более сложную функцию несет *текстовый процессор*, который позволяет дополнительно вводить в документ графику, таблицы, оформлять стили документов, проводить форматирование документа в целом. Наиболее популярным в России в настоящее время является тестовый процессор *Microsoft Word 2010*, который входит в состав пакета *Microsoft Office*.

Графические редакторы предназначены для создания и обработки графических изображений. Различают три типа графических редакторов: *растровые, векторные и редакторы для создания и обработки трехмерной графики (3D-редакторы)*.

Растровые редакторы. К ним принадлежит входящий в пакет Microsoft Office редактор *Adobe Photoshop 2010*. Такие редакторы широко применяются в тех случаях, когда изображение насыщено цветами и имеет различную глубину яркости. К таким изображениям относится большинство медицинских образов – внутренних органов, тканей, поверхности тела человека и др. Матричные изображения состоят из элементарных объектов – точек, или *пикселей*, и имеют разрешение по горизонтали и вертикали. В качестве упрощенного варианта в Microsoft Office входят растровые редакторы Paint и Paint.NET.

Векторные редакторы Adobe Illustrator, CorelDraw, Microsoft Visio. Они предназначены в основном для художественной и профессиональной рисованной графики. Элементарным объектом такого редактора является не точка, как в растровом редакторе, а линия. В медицинской практике они используются очень редко.

Табличные процессоры. Их относят к одним из важных средств офисной работы, в том числе в медицинской практике. К числу наиболее распространенных программных средств принадлежит пакет *Microsoft Excel 2010*. В медицинской практике он используется очень широко, в основном для построения таблиц, диаграмм. С его помощью можно осуществлять статистическую обработку информации, поддерживать базу данных.

Система управления базами данных Microsoft Access 2010. Она предназначена в основном для работы с большим массивом близких по характеру данных. Эта система облегчает ведение и анализ значительных массивов данных. В медицинской практике применяется в основном на уровне крупных управлений здравоохранением.

Презентационный пакет PowerPoint – 2010. Позволяет создавать и художественно оформлять демонстрацию лекций, отчетов, научных докладов, выступлений на конференциях. Этот пакет используется также в презентациях рекламного характера.

Редактор HTML (Web-страниц). Применяется главным образом для создания и редактирования Web-документов. Важ-

ность этого для медицины сейчас огромна в связи с широким развитием Интернета и представительства в нем медицинских учреждений.

Браузеры. Эти программы предназначены для просмотра электронных документов в Интернете, выполненных в формате HTML. Браузеры являются, как правило, мультимедийными приложениями. Они могут воспроизводить, наряду с текстом и графикой, звук (речь, музыку) и видеоряд (видеоклипы различной продолжительности). Наиболее распространенные браузеры в настоящее время: *Mozilla Firefox, Google Chrome, Internet Explorer.*

Программы создания трехмерных изображений (3DMax и др.). Стали внедряться в медицинскую практику только в последнее время, когда возникла потребность в трехмерной графике, например, при выполнении стереотаксических операций или пластических хирургических вмешательств. Определенное значение трехмерная графика получила в средствах визуализации внутренних органов средствами лучевой диагностики (рис. 4.10).

Прикладные программы специального назначения призваны обеспечить качественную медицинскую деятельность. Обычно они являются частью медицинских информационных систем. По каждой медицинской специальности можно встре-

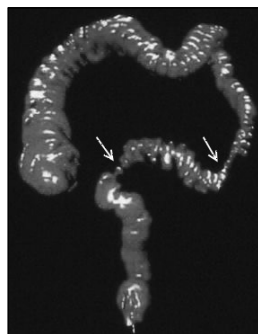


Рис.4.10. Трехмерное изображение толстой кишки, полученное на компьютерном томографе – виртуальная колоноскопия

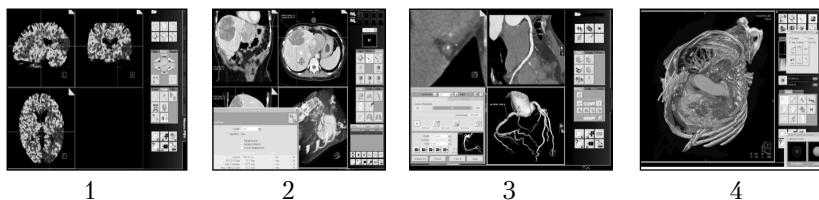


Рис.4.11. Пакеты прикладных программ для компьютерного томографа фирмы Сименс: 1 – нейропакет, 2 - онкологический пакет, 3 сердечно-сосудистый пакет, 4 – пакет неотложных состояний

тить также большое количество специальных программ, носящих разнообразный характер: информационный, справочно-библиографический, обучающий. Нередко специальные прикладные программы медицинского назначения являются составной частью аппаратно-компьютерных медицинских комплексов. На рис. 4.11 представлены пакеты прикладных программ компании Сименс для диагностики ряда патологических состояний при компьютерной томографии.

4. 4. АППАРАТНО-КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ СИСТЕМЫ

Аппаратно-компьютерные медицинские системы представляют собою комплекс, состоящий из двух частей – медицинского аппарата и специализированного компьютера. В качестве медицинских аппаратов могут быть представлены диагностические, лечебные или контролирующие (мониторинговые) устройства. Компьютерная часть системы может базироваться на любой аппаратной платформе, находящейся под управлением специализированных медицинских программ.

Аппаратно-компьютерные медицинские системы по своему назначению подразделяются на 5 основных групп:

- для получения медицинских изображений органов человека,
- для получения параметрических данных,
- для получения функциональных данных,
- для выполнения мониторинга,
- терапевтического направления.

Системы для получения медицинских диагностических изображений представляют собой сложные технические устройства, в которых установлены мощные компьютеры. Они работают, как правило, под управлением сложных операционных систем, таких, например, как *Unix*, *Windows NT*, *Linux*, и имеют развитое прикладное программное обеспечение. Для получения медицинских диагностических изображений используются аппаратно-компьютерные комплексы двух типов. В первом из них первона-

чальное изображение получается в аналоговом виде, затем оно оцифровывается в АЦП и далее существует в матричном виде.



Рис.4.12. Схема построения рентгеновского комплекса с цифровым терминалом

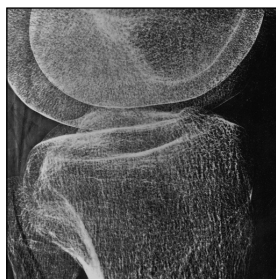


Рис.4.13.Цифровая рентгенограмма коленного сустава (боковая проекция)

Так устроены *рентгенодиагностические аппараты с цифровым терминалом* (рис.4.12). В них аналоговое изображение оцифровывается ПЗС-матрицей и затем передается в процессор для дальнейшей обработки и анализа. Итоговое изображение представляет собою рентгенограмму с высокой четкостью и большой фотографической ширитой (рис. 4.13). Отметим, что в настоящее время, помимо рентгеновских аппаратов вышеуказанного типа, существуют рентгенографические системы, работающие без аналогового этапа.

В таких системах цифровое рентгеновское изображение формируется сразу же на цифровом плоском детекторе. Подобная технология носит название *прямой цифровой рентгенографии* (ddR – direct digital Radiography). В настоящее время рентгенография – один из наиболее распространенных методов рентгенологического исследования. Нередко она применяется в комбинации с искусственным контрастированием органов.

Ультразвуковые аппаратно-компьютерные комплексы (рис. 4.14) содержат датчик ультразвуковых излучений, формирующий первоначально аналоговый образ органа. Затем в модуле оцифровки аналоговые изображения преобразовываются в цифровые. Итоговые образы (они носят названия сонограмм) ото-



Рис.4.14. Аппаратно-компьютерный комплекс для ультразвуковой диагностики

бражают структуру исследуемого органа (рис.4.15). Этот ультразвуковой комплекс при необходимости путем встраиваемой компьютерной программы позволяет визуализировать кровоток, причем отдельно – артериальный и венозный (рис.4.16), что имеет большое значение в диагностике облитерирующих поражений сосудов. Ультразвуковые исследования вследствие дешевизны, отсутствия противопоказаний получили широчайшее распространение во всех областях медицины.

По аналогичному аналого-цифровому принципу устроен аппаратно-

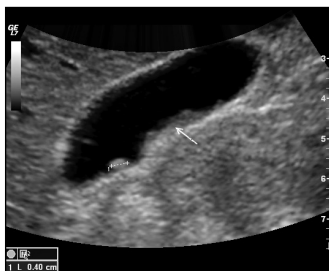


Рис 4.15. Ультразвуковое исследование желчного пузыря – сонография. Внутри пузыря имеются конкременты

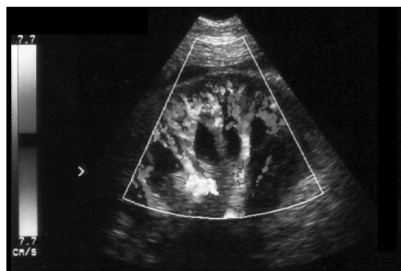


Рис.4.16. Ультразвуковое исследование почки дуплексным методом (сонограмма + доплеровское картирование). Видны артериальные и венозные сосуды почки

компьютерный комплекс, предназначенный для радионуклидной визуализации органов человека – *гамма-квантами* (рис. 4.17). После введения в организм пациента органотропных радиофармпрепаратов они накапливаются в этих органах и сигнализируют о своем присутствии испускаемыми га-квантами. Последние улавливаются сцинтилляционным детектором и позиционируются на его плоскости в виде двухмерного изображения исследуемого органа. Далее изображение оцифровывается и передается для даль-

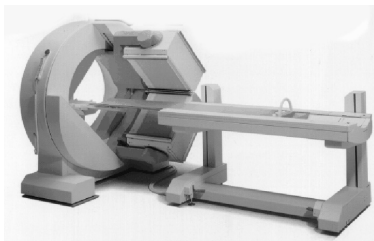


Рис.4.17. Аппаратно-компьютерный комплекс для радионуклидной визуализации – гамма-камера

нейшей обработки в процессор. Итогом такого процесса является радионуклидная скintiграмма (рис. 4.18).

Другой тип аппаратно-компьютерных комплексов основан на компьютерно реконструкции первично цифровых изображений.

К таким устройствам относится *компьютерный томограф (КТ)* и *магнитно-резонансный томограф (МРТ)*. Первый (рис. 4.19) позволяет получать послойные снимки внутренних органов человека (компьютерные томограммы) при движении рентгеновской трубки вокруг тела пациента. Толщина среза, видимого как отдельное изображение, составляет доли миллиметра, расстояние между срезами – 1-5 мм. Компьютерные томографы способны получать изображение за очень короткое время, измеряемое долями секунды. Современные томографы являются спиральными и многосрезовыми (одномоментно до 320 срезов). Помимо визуализации тонких срезов (рис.4.20), такая технология позволяет реконструировать трехмерное изображение органов



Рис.4.18. Скintiграмма скелета

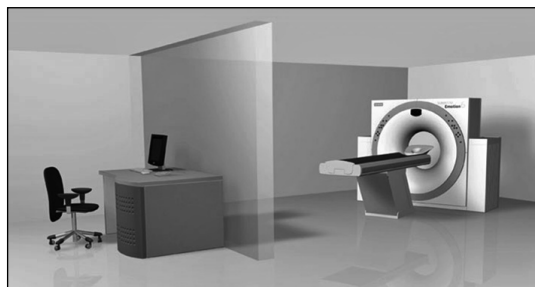


Рис.3.19. Компьютерный томограф фирмы Сименс

бразжение органов (рис.4.21). Кроме того, с помощью спиральной КТ можно получить изображение полых органов – трахеи, бронхов, толстой кишки.

А п п а р а т н о - компьютерный комплекс *магнитно-*



Рис.4.20. Компьютерная томограмма брюшной полости

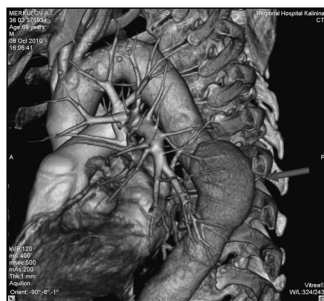


Рис.4.21. Компьютерная томограмма грудной клетки. Трехмерная реконструкция. Видна аневризма грудной аорты (стрелка)

резонансный томограф (МРТ) (рис.4.22) основан на исследовании магнитного резонанса ядер протонов человека, помещенного в сильное магнитное поле (до 1,5-3,0 Тл). При дополнительном воздействии кратковременными радиочастотными импульсами

протоны, находящиеся в теле пациента, входят в магнитный резонанс. Последующая

релаксация протонов инициирует электромагнитные сигналы, которые улавливаются радиочастотными катушками, оцифровываются и передаются в память компьютера. Последний реконструирует МРТ-изображение (рис.4.23).



Рис.4.23. Магнитно-резонансная томограмма всего тела



Рис.4.22. Магнитно-резонансный томограф фирмы Сименс

Значительным шагом вперед, продвинувшим изобразительные методы аппаратно-компьютерных систем, стала методика так называемых *мультимодальных*, или «спаянных изображений» (*fusion imaging*). При этом на одном снимке или на экране монитора получается изображение внутренних органов, полученных разными методами исследования – МРТ, КТ и с помощью радионуклидов. Такой метод позволяет выявить мелкие очаги повышенного накопления радиоактивного вещества и привязать их к анатомическим ориентирам тела пациента (рис.4.24) (подробнее см. главу 8).

Существует метод альтернативного подхода к манипуляциям с медицинскими изображениями – *их вычитание (субтракция)*. При этом одну и ту же область исследуют различными методами, а затем из одного изображения вычитают другое – производят вычитание. В качестве примера можно привести дигитальную субтракционную ангиографию (ДСА) (рис.4.25): вначале выполняют обзорный рентгеновский снимок исследу-



Рис.4.24. Мультимодальное изображение КТ/сцинтиграфия (вид сзади). Виден метастаз в XI левом ребре



Рис.4.25. Ангиографический комплекс фирмы Сименс

дуемой области, производят его компьютерную инверсию из позитива в негатив. Затем сразу же проводят рентгеноконтрастное исследование сосудов – ангиографию. Затем из второго снимка вычитают первый (в негативе). В итоге получается контрастное изображение сосудов без наложения мешающих теней окружающих органов (рис.4.26).

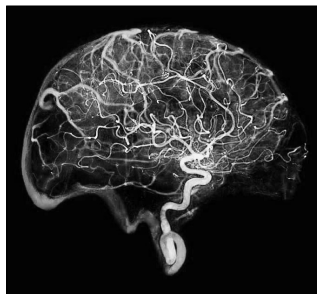


Рис.4.26. Ангиограмма головного мозга

Медицинские аппаратно-компьютерные системы для получения параметрических данных позволяют с помощью компьютерных программ прижизненно определять минеральный, химический или биохимический состав органов человека. Одним из таких методов стала *двухфотонная компьютерная рентгеновская остеоденситометрия*.



Рис.4.27. Остеоденситометр

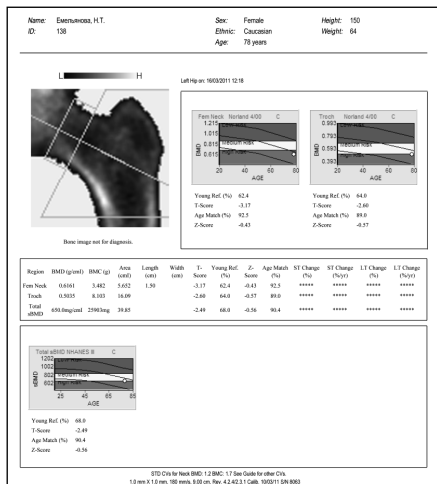


Рис.4.28. Остеоденситограмма с указанием минерализации скелета

Суть метода сводится к следующему. Больному выполняют сканирующую рентгенографию скелета рентгеновскими лучами различной жесткости на специальном рентгеновском аппарате – остеоденситометре (рис.4.27). Разность в адсорбционной способности рентгеновских лучей скелетом оценивается с помощью компьютера. Итоговым результатом исследования является количественный

показатель минеральной плотности костей (рис.4. 28). Причем, компьютер позиционирует это плотность в три зоны – нормальную, зоны среднего и высокого риска переломов. Данное исследование нашло большое распространение при выявлении и изучения остеопороза – одного из наиболее частых заболеваний человека

Системы получения функциональных данных. Имеют в своем составе датчики функции органов. Сигналы с этих датчиков оцифровываются в АЦП и затем передаются в компьютер. Задача компьютера – отсеять в автоматическом режиме шумы и сигналы, выходящие за рамки доверительного интервала, выделить репрезентативную (достоверную) группу полезных данных и затем провести их анализ. Итогом анализа может служить распечатка в виде цифр или заключения, которые быть переданы по каналам связи для консультации или дальнейшего изучения. Функциональная схема медицинского аппаратно-компьютерного комплекса для регистрации нескольких параметров приведена на рис. 4. 29.

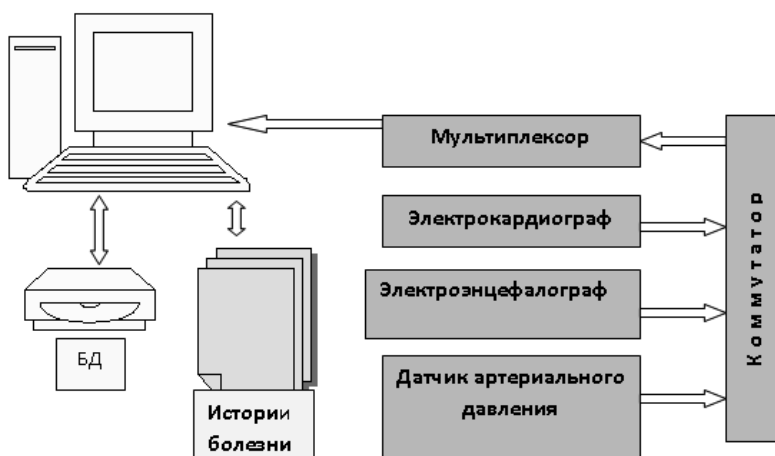


Рис.4.29.. Функциональная схема медицинского аппаратно-компьютерного комплекса для регистрации нескольких параметров

Существует еще один вид медицинских аппаратно-компьютерных систем, определяющих функциональное состояние изучаемых органов. В этих системах компьютер выполняет задачу анализатора серии изображений, каждое из которых показывает функциональную активность органа. В итоге получают результирующие кривые, отражающие характер функции этого органа. Подобным образом определяют, например, функциональную активность почек при радионуклидной визуализации (рис.4.30) или состояние кровотока в сосудах при магнитно-резонансной томографии (рис.4.31).

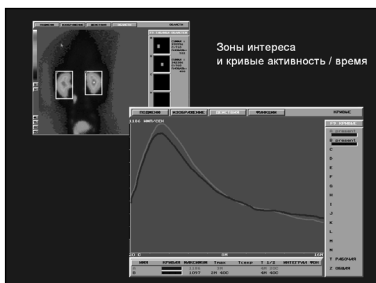


Рис.4.30. Радионуклидное исследование функции почек – ренография. На скintiграммах выделены зоны интереса, в которых построены кривые, отображающие функцию каждой почки в отдельности

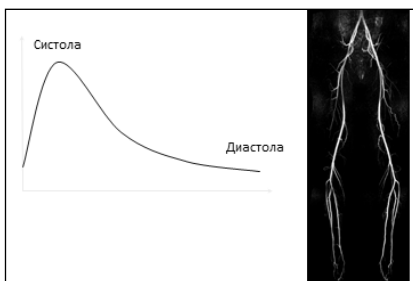


Рис.4.31. Магнитно-резонансная томография артерий нижних конечностей и кривая, построенная компьютером и показывающая интенсивность кровотока в систолу и диастолу

Все аппаратно-компьютерные медицинские системы диагностического направления условно делятся на операторозависимые и операторонезависимые. К первым относятся такие системы, в которых результирующие данные в значительной степени зависят от искусства врача, его умения управлять первичным сбором данных. К таким системам можно отнести ультразвуковые сканеры. В них результирующая ультразвуковая картина исследуемого органа в значительной степени зависит от того, как врач проводит лоцирование исследуемого органа, каково расположение датчика и ракурсы визуализации. Поэтому при подобных исследованиях

твердые копии изображений имеют ограниченное медицинское и юридическое значение.

При цифровой рентгенографии, компьютерной рентгеновской и магнитно-резонансной томографии, радионуклидной визуализации результирующее изображение органа в первую очередь связано с настройкой аппарата и физическими параметрами его функционирования. Итоговые данные таких исследований более объективно отражают сущность изучаемого органа. Поэтому такие исследования логично отнести к операторонезависимым.

Медицинские аппаратно-компьютерные системы мониторинга включают в себя различные классы устройств, предназначенных для отслеживания на значительном промежутке времени функционального состояния различных органов. Весьма часто эти системы используются в реанимации, в кардиологических и хирургических отделениях, в операционных блоках. Примером такого мониторинга может служить *холтеровская система*, позволяющая установить суточные колебания артериального давления и ЭКГ в естественных условиях пребывания пациента. К поверхности тела больного прикрепляются датчики регистрирующие пульс, артериальное давление и ЭКГ в течении суток (рис. 4.32). Датчики соединяются с запоминающим устройством – флэш-картой, на которой сохраняются

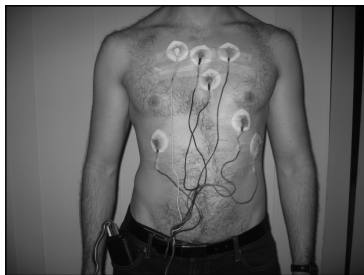


Рис.4.32. Расположение датчиков при холтеровском мониторинге (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/Holter_monitor.JPG)

все зарегистрированные сигналы. Спустя сутки данные с флэш-карты считываются компьютером, который имеет специальное программное устройство для анализа данных и их распечатки (рис.4.33, 4.34). Некоторые холтеровские системы имеют портативные компьютерные гаджеты (рис.4.35), регистрирующие функциональную информацию и отображающую ее на дисплее. Это позволяет в режиме online отслеживать регистрируемые данные. Гаджеты имеют выход в Интернет для передачи текущих результатов в медицинский центр.

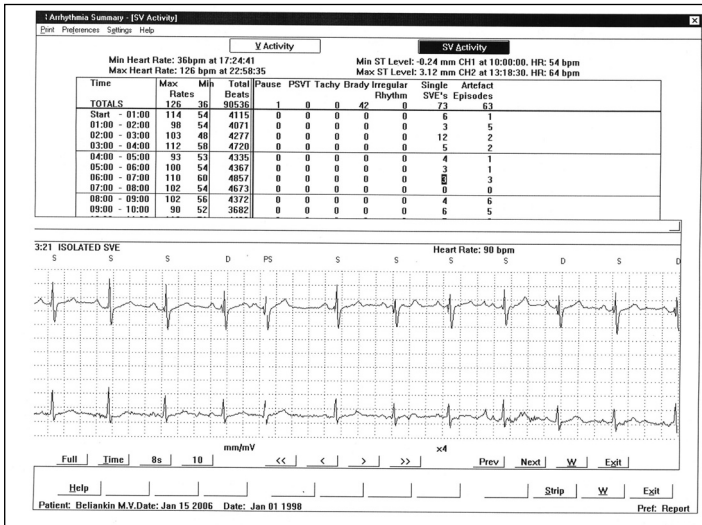


Рис.4.33. Заключительная таблица ЭКГ холтеровского суточного мониторинга. Выявлены одиночные экстрасистолы

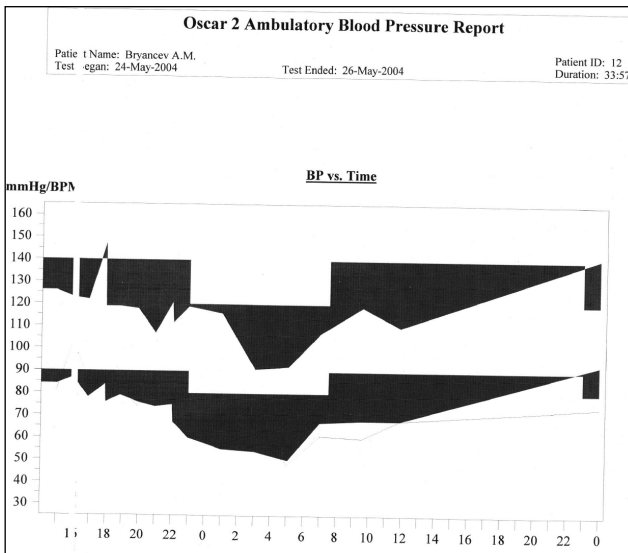


Рис.4.34. Суточные колебания артериального давления, выявленные в процессе холтеровского суточного мониторинга



Рис.4.35. Гаджет с дисплеем холтеровского мониторинга

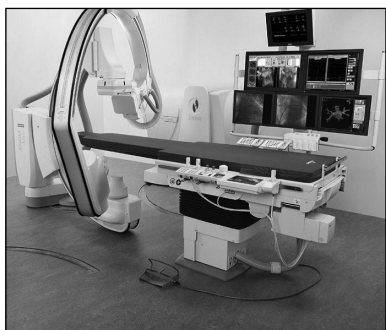


Рис.4.36. Аппаратно-компьютерных комплекс для абляции сердечных зон при аритмиях

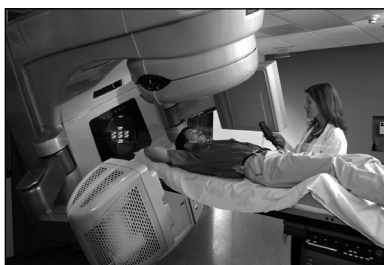


Рис.4.37. Аппаратно-компьютерный комплекс для управления линейным ускорителем Varian

Медицинские аппаратно-компьютерные комплексы интенсивной терапии. Предназначены для компьютерного контроля и управления физиотерапевтическими процедурами, для программного вливания лекарственных препаратов и для управления перфузионными насосами, а также для оптимизации функционирования аппаратуры в процессе проведения ингаляционного наркоза и искусственной вентиляции легких. Большое значение в этом отношении

имеют аппараты искусственного гемодиализа. Общий принцип работы комплексов указанного направления состоит в реализации обратной связи с регистрирующими датчиками, компьютерной обработке полученных результатов и последующим компьютерным управлением механизмом терапевтического вмешательства.

В последнее время созданы сложные аппаратно-компьютерные комплексы для выполнения микроинвазивных процедур под контролем рентгенологического исследования (рис.4.36). С помощью подобных комплексов проводится абляция – радиочастотное выжигание мелких участков в проводящей системе сердца, которые явились причиной нарушений его ритма.

Важным аппаратно-компьютерным комплексом, применяющимся в онкологии, является система управления облучением

пациента на линейном ускорителе. (рис.4.37). С ее помощью удастся рассчитать необходимую дозу радиации и точно направить пучок радиоактивного излучения на опухоль.



Контрольные термины и понятия для самостоятельной проверки знаний

- *Понятия о вычислительной системе.*
- *Вычислительные системы общего назначения.*
- *Медицинские аппаратно-компьютерные комплексы.*

Аппаратные средства вычислительной системы:

- Аппаратная конфигурация компьютера.
- Процессор и его характеристика.
- Оперативная и кэш-память.
- Долговременная внутренняя память.
- Дисководы.
- Устройства ввода информации.
- Мониторы.
- Устройства вывода.
- Принтеры.
- Сканеры.
- Введение документов в компьютер и их распознавание.

Классификация компьютеров:

- *Суперкомпьютер.*
- *Кластер.*
- *Персональный компьютер.*
- *Структура ПК.*
- *Настольные, портативные и карманные ПК.*
- *Классификация ПК.*
- *Рабочие станции.*
- *Развлекательный компьютер.*
- *Смартфоны.*
- *Гаджеты.*

Программное обеспечение компьютера:

- *Уровни программного обеспечения.*

- *Базовый уровень.*
- *Системный уровень.*
- *Служебный уровень.*
- *Прикладной уровень.*
- *Интерфейсы.*
- *Виды пользовательских интерфейсов.*
- *Браузеры.*
- *Общие и специальные программы.*
- *Текстовый редактор (процессор).*
- *Табличный редактор.*
- *Графический редактор.*
- *Редактор презентаций.*
- *Редактор HTML.*

Аппаратно-компьютерные медицинские системы:

- *Основные группы аппаратно-компьютерных систем.*
- *Ультразвуковые аппаратные комплексы.*
- *Гамма-камера.*
- *Компьютерный томограф.*
- *Виртуальная эндоскопия.*
- *«Спаянные изображения».*
- *Магнитно-резонансный томограф.*
- *Аппаратно-компьютерные комплексы для получения параметрических изображений.*
- *Рентгеновская остеоденситометрия.*
- *Системы получения функциональных данных.*
- *Аппаратно-компьютерные системы мониторинга.*
- *Холтеровский суточный мониторинг.*
- *Аппаратно-компьютерные комплексы интенсивной терапии.*
- *Аппаратно-компьютерные комплексы для планирования облучения в онкологии.*

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое «вычислительная система»?
2. Что такое «аппаратно-вычислительный комплекс»?
3. Каково назначение компьютера в аппаратно-компьютерном комплексе?

4. Каково назначение сканера в работе врача?
5. Какие требования к мониторам применимы в медицинской практике?
6. Как осуществляются введение и распознавание медицинских документов?
7. Какие виды магнитной памяти имеет компьютер, их назначение?
8. Какова структура персонального компьютера?
9. Какие задачи решает персональный компьютер в работе врача?
10. Какие виды персональных компьютеров используются в медицинской практике?
11. Что такое «рабочая станция», каково ее назначение?
12. Уровни программного обеспечения компьютера?
13. Какие пользовательские интерфейсы используются в медицинской практике?
14. Какие аппаратно-компьютерные комплексы применяются в медицине?
15. Что такое «холтеровский мониторинг»?

Тестовые задания

Первый уровень

1. Оперативная память предназначена для хранения информации:
а – постоянной;
б – временной;
в – внешней;
г – переносимой.
2. Персональный компьютер предназначен для:
а – подготовки документов;
б – для работы у постели больного;
в – для рисования изображений;
г – для выполнения глобальных вычислений.
3. Пользовательский интерфейс – это связь между:
а – компьютерами;
б – аппаратными частями компьютера;
в – пользователем и компьютером;
г – пользователями;

4. Компьютерная томография – это метод для исследования:
 - а – функции;*
 - б – морфологии;*
 - в – гистологии;*
 - г – эмбриологии;*
5. Компьютерные программы базового уровня предназначены для:
 - а – управления компьютером;*
 - б – установления контактов с пользователями;*
 - в – установления контактов между компьютерами;*
 - г – обнаружения ошибок в работе компьютера;*

Второй уровень

1. Пользовательские программы – это ...
2. Операционные системы – это ...
3. Интерфейсы – это ...
4. Суперкомпьютер – это ...
5. Персональный компьютер – это ...
6. Аппаратно-компьютерный комплекс – это ...
7. Устройства ввода информации – это ...
8. Устройства вывода информации ...
9. Принтеры – это ...
10. Сканеры – это ...
11. «Спаянные изображения» – это...

Третий уровень

1. Опишите устройство персонального компьютера.
2. Охарактеризуйте программное обеспечение компьютера.
3. Какие функции выполняет персональный компьютер в работе врача?
4. Какие пользовательские программы наиболее часто применяются в медицине?
5. Что такое «виртуальная эндоскопия» и где ее использование имеет значение?
6. Какие магнитные носители информации предпочтительно применять в медицине?
7. Виды переносных компьютеров и сфера их применения в медицине.
8. Как осуществить распознавание факсимильного медицинского документа?

Глава 5

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В МЕДИЦИНЕ

Совокупность технических средств, программного обеспечения и обслуживающего персонала составляет информационную систему (ИС). ИС обеспечивает все этапы работы с медицинской информацией: сбор, хранение, поиск, обработку, передачу и представление ее в удобной для пользователя форме. Процессы в ИС можно представить в виде нескольких этапов:

- *Ввод информации.*
- *Обработка информации*
- *Вывод информации для пользователя или введения в другую ИС.*

На разных этапах функционирования ИС роль медицинского персонала различна. Она может быть основной, обеспечивающей работу всей ИС – от начала до конца. В некоторых случаях для нормального функционирования ИС необходима помощь технического персонала: программистов, системных администраторов, специалистов в области компьютерной техники.

В структуре ИС можно выделить ряд следующих подсистем:

Информационное обеспечение – одна из важнейших подсистем ИС медицинского учреждения. Она предусматривает создание единой для всего медицинского учреждения классификации и кодирования информации, унификацию всей документации: историй болезни, карт амбулаторного больного, учетно-статистических документов, протоколов различных диагностических исследований и др.

На основе существующих стандартов и протоколов передачи данных создается единая для всех подразделений лечебного учреждения схема циркулирования информационных потоков. Упорядочивается методология построения всех баз данных как ме-

дицинского, так и не медицинского характера. Обычно в реализации информационного обеспечения, помимо медицинского персонала, задействуются специалисты по программному обеспечению, системотехники, математики.

Техническое обеспечение. Включает в себя комплекс технических средств, обеспечивающих функционирование ИС: компьютеры, устройства ввода и вывода информации, электронные архивы, линии связи, а также разнообразную оргтехнику. Сложность и объем технического обеспечения зависят от величины и профиля лечебного учреждения, а также от наличия у учреждения финансовых ресурсов.

Математическое и программное обеспечение. Представляет собой совокупность системных, служебных и прикладных программ, математических моделей и алгоритмов, необходимых для решения профессиональных задач. При этом предусматривается наличие как специальных медицинских программных средств, так и программного обеспечения общего, в основном офисного, назначения.

Организационное обеспечение. Подразумевает четкую регламентацию взаимодействия сотрудников лечебного учреждения с техническими средствами ИС. При этом из состава медицинского персонала выделяются сотрудники, ответственные за подготовку задач, подлежащих решению с помощью ИС, а среди персонала устанавливаются организационно-правовые нормы работы в ИС, которые закрепляются соответствующим распоряжением администрации лечебного учреждения.

Эффективность работы ИС в лечебном учреждении в значительной степени зависит от понимания сотрудниками целей и задач, для решения которых и создана конкретная ИС. Все задачи, которые возникают в процессе функционирования лечебного учреждения, можно разделить на три класса: *структурированные (формализуемые), неструктурированные (неформализуемые) и частично структурированные.*

Структурированные, или формализуемые, задачи – это те задачи, в которых известны все составляющие их элементы и имеются однозначные алгоритмы решения. Обычно такие задачи относятся к рутинным операциям с данными, их приходится решать

множественно, используя одни и те же математические модели. К таким задачам можно отнести, например, расчет заработной платы персонала, движение лекарственных средств из аптеки по подразделениям лечебного учреждения, выполнение внутрибольничных экономических расчетов. Для выполнения всех этих задач необходимы компьютеры невысокой сложности с минимальным набором периферийного оборудования.

Отдельную формализуемую задачу составляет *поддержка базы данных лечебного учреждения*, которая должна выполняться обязательно с учетом высоконадежной защиты этой базы от несанкционированного доступа посторонних лиц. Очевидна также необходимость надежного функционирования программного обеспечения в случаях непредвиденного обесточивания оборудования, поэтому оснащение компьютеров, используемых в ИС, источниками бесперебойного питания является обязательным требованием. Для крупных лечебных учреждений должна быть предусмотрена система архивирования и магнитных хранилищ информации, построенная по принципу цепочки «электронных архивов» с различным временем хранения информации, частотой обрабатываемости и временем доступа к ней.

Таким образом, основное назначение ИС при решении структурированных задач в лечебном учреждении состоит в автоматизации рутинной работы, повышении комфортности и надежности работы медицинского персонала. В результате этого повышается эффективность работы лечебного учреждения в целом. С позиции управления лечебным учреждением, такие ИС и решаемые ими задачи можно отнести к так называемому *оперативному уровню управления*. Он включает в себя хозяйственную деятельность, работу различных вспомогательных служб (аптеку, кадры, бухгалтерию и др.), информационную деятельность, маркетинг, работу со страховыми компаниями, взаимоотношения с другими лечебными учреждениями и органами здравоохранения. В соответствии с поставленными задачами создаются отдельные подтипы ИС: *финансовые и учетные системы, система «аптека», системы «кадры», «бухгалтерия», «приемный покой», «медицинский архив»* и др.

К *частично структурируемым задачам* относятся такие, в которых известна лишь часть составляющих их элементов, при этом связи между элементами не всегда могут быть определены очевидно и однозначно. В таких условиях на компьютер возлагается лишь черновая, наиболее емкая и сложная часть аналитической работы. Окончательное же решение по результатам компьютерной обработки имеющейся информации принадлежит пользователю – медицинскому работнику или другому сотруднику лечебного учреждения. ИС, используемые для решения частично структурированных задач, составляют значительную часть информационного обеспечения в медицине.

Наиболее распространенными ИС указанного выше направления являются так называемые *управленческие системы*. Они предназначены для анализа большого количества формализованных данных, на основе которого принимается то или иное управленческое решение. Такие системы широко применяются при составлении отчетов. Они помогают рассмотреть возможные варианты альтернативных решений и выбрать из них наиболее оптимальное для данной конкретной ситуации. В этих системах предусмотрена возможность комбинировать данные, полученные из разных источников, быстро добавлять или исключать источники данных, обеспечивая при этом их логическую независимость друг от друга.

Некоторые ИС имеют набор готовых моделей (математических, статистических, медицинского характера), которые облегчают анализ данных, составление отчета и выработку решений.

Неструктурированные задачи – наиболее сложные. При них нет готовых моделей и математических алгоритмов, на основе которых можно было бы принять решение. Для решения таких задач применяются очень сложные ИС, носящие название *экспертных*.

Суть их состоит в том, что такая ИС создается на основе *базы знаний*, которой является плодом личного опыта высокопрофессиональных экспертов. Созданием экспертных ИС занимается специальная наука – *инженерия знаний*. Экспертные ИС базируются на сложных и высокопроизводительных компьютерах, построенных по кластерному принципу или на основе нейрокompьютерных сетей.

В последнее время в практику здравоохранения начинает проникать новая технология создания ИС, основанная на *нейропроцессорах* и в целом носящая названия *нейрокомпьютерной сети (нейросети)*. Прототипом нейрокомпьютерной сети является функциональная единица головного мозга – *нейрон*. Именно такой элементарной компьютерной ячейкой служит искусственный нейрон, или, как его еще называют, *пороговый нелинейный сумматор*. В сети искусственные нейроны расположены слоями. Совокупность таких слоев, связанных обратной связью, носит название *персептрона* (рис.5.1). Таким образом, многослойный персептрон является структурной основной единицей нейросетей, лежащих в основе экспертных систем.

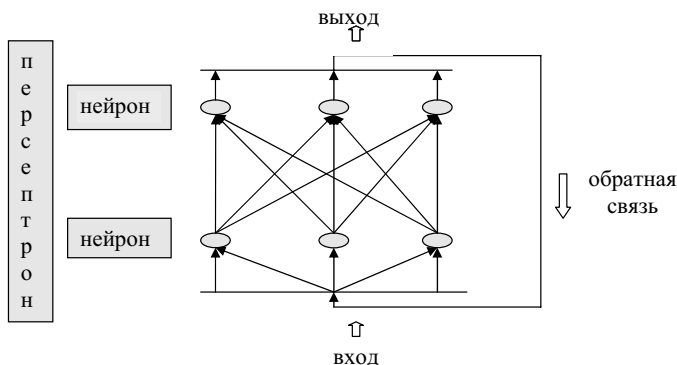


Рис.5.1. Принцип работы нейрокомпьютерной сети

Принцип работы персептрона состоит в следующем. На вход каждого нейрона подается импульс (или несколько импульсов). Если совокупность пришедших на нейрон импульсов отвечает некоему уровню срабатывания (этот уровень задается программным путем), нейрон пропускает импульс в виде сигнала на вышестоящий по иерархии нейрон. Этот вышестоящий нейрон имеет обратную связь с нижестоящими нейронами. По этим каналам обратной связи на нижестоящий нейрон приходит информация о том, соответствуют ли пришедшие наверх импульсы задачам нейросети. Если *да*, то импульсы следуют дальше, если *нет* – нейроны блокируют прохождение импульсов. Кроме того, учитывает-

ся сила связи между сигналами, на основании чего корректируется прохождение полезного сигнала по сети. Таким путем происходит обучение нейросети на выработку полезных сигналов при приходе в ней совокупности различных воздействий.

Информационные системы, основанные на нейрокомпьютерных сетях, применяются в медицине для построения *обучающихся экспертных систем*. При этом в качестве экспертов для обучения нейросетей используются опытные специалисты, а также коллективный опыт, накапливаемый за длительное время в лечебном учреждении. Такие хорошо обученные экспертные системы берут на себя наиболее сложные задачи: классификацию явлений, прогнозирование ситуации, распознавание образов, принятие решений.

В последние годы в практику систем управления механическими средствами и медицинскими приборами входят методы, основанные на принципах *нечеткой логики (fuzzy logic)*. С ее помощью можно описать ассоциативное мышление человека. Суть такого подхода состоит в том, что вместо обычных логических операций, присущих *классической*, или *булевой*, логике (истина-ложь, 0-1), вводится понятие *«лингвистической переменной»*. С лингвистической переменной можно связать любую физическую величину, для которой нужно иметь больше значений, чем «да» и/или «нет». При этом значения любой величины представляются не числами, а словами естественного языка, называемыми *«термами»*: далеко, близко, высоко, не очень высоко, низко и т.п. Так, например, для уровня артериального давления пациента значениями лингвистической переменной являются *термы «низкое», «нормальное», «высокое»*. Возраст человека можно обозначить *термами «молодой», «средний», «пожилой»*. Обычно для каждого явления устанавливают 3–4 термы.

Для каждого точного значения переменной (в данном случае величины АД, в мм рт. ст. или возраста человека, в годах) подбирается условное цифровое значение от 0 до 1, которое определяет *степень принадлежности* исследуемого параметра (АД, возраста) к тому или иному терму лингвистической переменной (в нашем примере *артериальное давление* или *возраст*). Этот процесс носит название *«фазификации»*, или *перехода к нечеткости*.

Далее в закон вступают математические правила решений задач нечеткой логики. На последнем этапе производится «дефаззи-

фикация» (устранение нечеткости данных), в результате которой получают точное значение переменной, которое служащее командой к исполнительному устройству. В медицине это обычно системы контролируемой перфузии биологических жидкостей и лечебных препаратов, аппараты искусственного дыхания. Принципы нечеткой логики используются также при моделировании управляемых конечностей (протезов) человека.

Все операции с нечеткой логикой производятся на *нейрокомпьютерах* или *нейропроцессорах*. В настоящее время разработан программный пакет *Fuzzy TECH 3.0* для работы на компьютере по правилам нечеткой логики. Выпускаются специальные процессоры для нечеткой логики, например, *i80170NC (Intel)*. В некоторые из процессоров встроены алгоритмы обучения. На рис.5.2. представлена схема управления, которая применяется в условиях различной сложности объекта и величины информации о нем.



Рис. 5.2. Схема управления в зависимости от сложности объекта и количества существующей информации о нем

Логическим этапом развития экспертных ИС является создание *интеллектуальных систем*, способных на компьютерном уровне выполнять отдельные мыслительные операции человека. Интеллектуальные системы находятся пока еще в стадии разработки, в мире существует лишь несколько интеллектуальных систем на уровне прототипа, т.е. в «черновом» варианте. Они

установлены в крупных научных медицинских центрах. Задача экспертных и интеллектуальных ИС состоит в выработке стратегически важных для лечебного учреждения решений. Некоторые хорошо составленные экспертные системы апробируются в диагностике заболеваний. Перспективным направлением развития экспертных систем является автоматизация медицинской диагностики, носящей рутинный характер, например, автоматизированный анализ флюорограмм грудной клетки. Однако это относится пока еще к нерешенным задачам.

В лечебных учреждениях страны на различных этапах оказания медицинской помощи функционирует ряд специализированных медицинских ИС, отличающиеся некоторыми особенностями, которые зависят от их назначения. Их можно объединить в 3 группы:

- *Базовый уровень* – это медицинские работники лечебного учреждения (врачи, лаборанты, медицинские сестры), работники аптек, служб технического и финансового обеспечения. К этому уровню относятся стационары, поликлиники, диспансеры, службы скорой помощи.
- *Территориальный уровень* – это региональные органы управления здравоохранением, профильные специализированные лечебно-консультативные центры, органы санэпиднадзора, системы ОМС, высшие и средние учебные заведения.
- *Федеральный уровень* – это федеральные органы управления здравоохранением, головные научно-исследовательские институты, финансовые институты.

Медицинские информационные системы базового уровня предназначены для поддержки технологических процессов, в основном лечебных учреждений различного профиля и организационной структуры. Основная цель ИС базового уровня – оптимизировать работу медицинского и вспомогательного персонала. В ИС этого уровня выделяют информационно-справочные и консультативно-диагностические направления.

В особую группу медицинских ИС входят *приборно-ориентированные компьютерные системы*. Они являются составной частью медицинских аппаратно-компьютерных приборов. Их программные средства обычно жестко ориентированы на выполнение узкого круга задач, для которого они предназначены.

К таким приборно-ориентированным ИС, как уже упоминалось в предыдущей главе, относятся приборы дистанционного кардиомониторинга, комплексного реанимационного мониторинга, компьютерные и магнитно-резонансные томографы, ультразвуковые аппараты и некоторые другие медицинские приборы.

К особому типу ИС относятся автоматизированные рабочие места персонала (АРМ, или рабочие станции). О них речь шла в предыдущей главе.

Медицинские информационные системы *территориального уровня* предназначены для обслуживания отдельно взятой территории (города, области, края, республики). Их основное назначение – обеспечить управление различными медицинскими службами – поликлиниками, стационарами, диспансерами, службой скорой помощи, а также осуществлять взаимосвязь с системой медицинского страхования, службой санитарного контроля, медицинскими образовательными учреждениями, научно-исследовательскими институтами.

Обычно в медицинской информационной системе территориального уровня выделяют несколько подсистем, главными из которых являются:

- *Административно-управленческая информационная система.*
- *Единый медико-социальный регистр медицинского информационного центра.*
- *Статистические информационные системы.*
- *ИС отдельных лечебных учреждений (поликлиник, стационаров, аптек, диспансеров, санаториев, скорой медицинской помощи).*
- *ИС фонда медицинского страхования и отдельных страховых компаний.*

Медицинские информационные системы федерального уровня предназначены для обеспечения полноценной деятельности здравоохранения страны. Основными подсистемами федерального уровня являются следующие:

- *Административно-управленческая информационная система.* Осуществляет управление региональными органами здравоохранения.

- *Статистические информационные системы.* Они обеспечивают сводные данные по стране всех статистических показателей из регионов.
- *Справочно-правовая информационная система.* Предназначена для консультационной поддержки по всем вопросам организации здравоохранения (приказы, нормативные документы, сведения юридического характера).
- *Медицинско-технологические информационные системы* профильного назначения по различным медицинским специальностям.
- *Консультативно-диагностические системы* федерального уровня. Обычно поддерживаются крупнейшими научно-исследовательскими институтами, университетскими клиниками. Нередко работают в режиме телемедицины.
- *Библиографические информационные системы.* Содержат библиографические и тематические обзоры по различным разделам медицины и здравоохранения.



Контрольные термины и понятия для самостоятельной проверки знаний

- *Понятие информационной системы и ее составляющие части.*
- *Информационное обеспечение.*
- *Техническое обеспечение.*
- *Математическое и программное обеспечение.*
- *Организационное обеспечение.*
- *Понятие о структурированности медицинских задач.*
- *ИС, основанные на нейросетях.*
- *Понятие нечеткой логики.*
- *Экспертные ИС.*
- *Базовый уровень ИС.*
- *Территориальный уровень ИС.*
- *Федеральный уровень ИС.*

Вопросы для самоконтроля

1. Какие составные части включает в себя информационная система?
2. Какое техническое и программное обеспечение должна иметь информационная система?
3. Какое назначение имеют экспертные системы?
4. Какие уровни экспертных систем существуют в здравоохранении?
5. Что такое «нечеткая логика» и где она используется?
6. Какие типы медицинских задач подлежат компьютерной обработке?

Тестовые задания

Первый уровень

1. Информационная система – это:
а – сочетание компьютеров;
б – сочетание программных средств;
в – управленческие системы;
г – совокупность программно-компьютерного обеспечения информации.
2. Вопросы, решаемые региональными информационными системами – это:
а – планирование бюджета страны;
б – планирование бюджета региона;
в – организация медицинской службы;
г – организация технического контроля.
3. Нейросети – это сочетание:
а – компьютеров;
б – перцептронов;
в – серверов;
г – аппаратно-компьютерных комплексов .

Второй уровень

1. Информационная система – это ...
2. Экспертная система – это ...

3. Нейрокомпьютерные сети основаны на ...
4. Нечеткая логика предназначена для ...
5. Структурированные медицинские задачи – это :
6. Неструктурированные медицинские задачи – это ..
7. Частично структурированные медицинские задачи – это ...

Третий уровень

1. Дайте понятие информационных систем и их составных частей.
2. Охарактеризуйте экспертные системы.
3. Какие вопросы решают экспертные системы базового уровня?
4. Какие вопросы решают экспертные системы территориального уровня?
5. Какие вопросы решают экспертные системы федерального уровня?
6. Дайте понятие о нейросетях и их возможностях в медицине.
7. Что такое «нечеткая логика» и где она применяется в медицине?

Глава 6

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ В МЕДИЦИНЕ

6.1. ПОНЯТИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Объединение двух и более компьютеров для решения общих задач называется компьютерной сетью.

Врач, несмотря на имеющийся у него клинический опыт и информационную вооруженность, является лишь звеном в длинной технологической цепочке: пациент – аппарат – компьютер – врач – вычислительная сеть. Нужно отчетливо понимать, что в XXI веке без конечного звена, вычислительной сети, работа врача просто непродуктивна. Рядом решений Правительства России предусмотрен переход всей информационной составляющей отечественной медицины в электронное русло.

Для создания компьютерных сетей необходимы три составляющих: 1) *аппаратная часть* – компьютер (в разных его вариантах – персональный, X-компьютер, рабочая станция, сервер, составная часть медицинской аппаратно-компьютерной системы), средства печати, сканер и др., 2) *средства связи* – модемы, сетевые карты, оптоволоконные кабели, беспроводная радиочастотная связь Wi-Fi, 3G и др. 3) *программные обеспечения*.

Обязательным компонентом компьютерных сетей достаточной сложности являются *сетевые службы*:

- *Авторизация пользователей*
- *Служба файлов*
- *Электронная почта*
- *Печать*
- *Доступ в Интернет и к сетевым базам данных и знаний.*

Общей задачей всех компьютерных сетей любой сложности, в том числе используемых в медицине, является *совместное использование ресурсов* – аппаратных, программных, информационных. В зависимости от зоны охвата используемые в медицине компьютерные сети подразделяются так:

- *Локальные (LAN – Local Area Network)*, обслуживающие одно лечебное учреждение. Это сети закрытого типа, доступ к ним разрешен только ограниченному кругу лиц,
- *Корпоративные*, предназначенные для нескольких лечебных учреждений,
- *Региональные (MAN – Metropolitan Area Network)*, действующие в пределах одного региона – области или край.
- *Федеральные*,
- *Глобальные (WAN – Wide Area Network)*), в частности, Интернет.

6.2. ЛОКАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

Локальные компьютерные сети относятся к наиболее распространенным сетям, используемым в медицине. В настоящее время во всех компьютерных сетях общепринята «*модель взаимодействия открытых систем OSI – Model of Open System Interconnection*», разработанная Международным институтом ISO. В соответствии с этой моделью архитектура компьютерных сетей подразделяется на 7 уровней, каждый из которых требует соблюдения определенных правил и приобретенных навыков работы в сети. Самый верхний уровень – *прикладной*. Ниже следуют уровни *представления данных, сеансовый, транспортный, сетевой, каналный, физический*.

- *Физический уровень*. Обеспечивает физическую связь и передачу сигнала между компьютерными устройствами.
- *Канальный уровень*. На нем происходит модуляция сигналов, соответствующих передаваемым данным.
- *Сетевой уровень* – управление маршрутом передачи данных (маршрутизация связи). При этом используются два адреса – *логический сетевой* и *адрес сервера*. Первый из них

указывает на адрес сети в сетевой ассоциации (корпоративной, глобальной), второй адрес идентифицирует компьютер пользователя или периферийное устройство.

- *Транспортный уровень.* На нем пользователь запрашивает требуемый сервис и ресурсы сети, а поставщик этих услуг сообщает пользователю о возможности их предоставления. В некоторых случаях сам поставщик может инициализировать предоставляемые услуги и доступные ресурсы, информируя об этом всех пользователей сети.
- *Сеансовый уровень.* Обеспечивает администрирование связи между компьютерами и периферийными устройствами, маршрутизацию сообщений внутри сети и связь между различными сетями. При этом проверяются имеющиеся права пользователя на работу с теми или иными ресурсами, право выхода в Интернет или к корпоративным базам данных. Здесь же происходит также преобразование (форматирование) созданного документа соответственно требованиям сети. В задачу сеансового уровня входит также *администрирование сети*, т.е. управление ею. Обмен информацией между участниками сети может происходить в трех режимах: *симплекса* – односторонней передачи данных, *полудуплекса* – обмена данными между участниками сети по очереди и *дуплекса* – двустороннего одновременного обмена данными.
- *Уровень представления данных.* На нем производится преобразование и шифрование сообщений, пользователь получает информацию о том, где находится его сообщение – в оперативной памяти, на жестком диске и т.п.
- *Прикладной уровень* – наиболее высокий. На нем обеспечивается общение пользователя с компьютером. Осуществляется это с помощью пакетов прикладных программ как специализированных, в частности медицинских, так и общего назначения – офисных, статистических и пр.

Обмен сообщениями между компьютерами и периферийными устройствами происходит *по протоколу*.

Протокол – это совокупность правил и программ формирования и обмена данными.

Медицинский пользователь должен быть знаком с терминологией, используемой системой *OSI/ISO*. На прикладном уровне пользователи взаимодействуют сообщениями, на транспортном – *дейтаграммами и сегментами (пакетами)*, на канальном – *фреймами* (логическими группами информации), на физическом – *битами* (единицами информации).

Совокупность пользователей, работающих в одной сети (или ее части) называется *рабочей группой*. Существует также понятие «*политика сети*». Это – набор приемов и правил работы в сети. За соблюдением политики сети обычно наблюдают *системный администратор* и *специальное сетевое программное обеспечение*. Совокупность рабочих групп пользователей и аппаратного обеспечения сети (системных блоков, рабочих станций, сканеров, принтеров и др.) носит название *домена*. Из приведенного рисунка можно сделать вывод, что с возрастанием сложности объекта и увеличением в нем количества информации возрастает необходимость технологии нечеткой логики для его управления.

Таким образом, в лечебном учреждении существует только один домен. В его составе может быть несколько рабочих групп: электронного документооборота, формирования и поддержки медицинских диагностических изображений, финансово-хозяйственного направления и др. Создание домена в лечебном учреждении позволяет оптимизировать работу всей компьютерной сети, в частности упростить авторизацию пользователя, работу с общим хранилищем файлов. Оптимизируется использование общих программных и аппаратных ресурсов.

В компьютерных сетях принято выделять два основных программных компонента: *клиент* и *сервер*.

Клиент представляет собою программное приложение, устанавливаемое на компьютер, принадлежащий пользователю (врачу, лаборанту, оператору, администратору). Они могут устанавливаться на персональные компьютеры, рабочие станции, компьютерные терминалы. В качестве клиента используются специальные медицинские, в том числе радиологические приложения, а также компьютерные программы общего назначения – офисные, вычислительные, графические и др. Применительно к службе лучевой диагностики клиентами принято обозначать программы, установленные только в сетях этого на-

значения. Все другие программные приложения, установленные на других компьютерах лечебного учреждения (лечащих врачей, регистратуры, администрации и др.) принято именовать *веб-клиентами*.

Сервер (от англ. to serve – служить) – это программный компонент вычислительной системы, который выполняет сервисную, обслуживающую функцию по запросу клиента, предоставляя ему доступ к информационным ресурсам. В сложных вычислительных системах имеется многоуровневая архитектура серверов. Одни из них служат для выполнения специализированных медицинских, в том числе радиологических, процедур. Другие уровни предназначены для поддержки баз данных и знаний, трети (т.н. прокси-серверы) – для согласования локальной сети с другими сетями – внутрибольничными, корпоративными, Интернетом и др.

Сервером называют также компьютер (или специальное компьютерное оборудование), выделенный и/или специализированный для выполнения определенных сервисных функций. В компьютерной сети может быть несколько серверов.

Сервер рабочей группы. Представляет собой систему начального уровня. Он, как правило, однопроцессорный и служит для разграничения прав доступа сотрудников к файловым ресурсам либо в качестве емкости для хранения данных.

Сервер – контроллер домена (Domain Controller server). Он необходим в организации с количеством сотрудников более 30 рабочих мест. Такой сервер позволяет централизованно управлять сетевыми и файловыми ресурсами организации. Одновременно он выполняет роль сервера печати. Производительность его зависит от масштаба компании, обычно это двухпроцессорный двухъядерный узел под управлением MS Windows Server 2003-2008.

Прокси Сервер – это шлюз в Интернет. Он обеспечивает общий доступ в Интернет всем сотрудникам безопасную работу сотрудников в Интернете. Работа такого сервера должна иметь высокую степень отказоустойчивости. Он должен быть оснащен специальным программным обеспечением (антивирусные программы, анализ и учет трафика, анализаторы атак и т.п.) может требовать большого количества системных ресурсов и высокоскоростных интерфейсов связи. Прокси-серверы можно сконфигурировать так, что они будут принимать или отвергать определенные

типы сетевых запросов, поступающие как из локальной сети, так и из Интернета. В такой конфигурации прокси-сервер становится *межсетевым экраном* – *брандмауэром* (от нем. *Brand* - пожар и *Mauer* - стена). Используется также английский эквивалент этого термина – *файрвол* (*firewall* – *противопожарная стена*.) Брандмауэр представляет собой средство обеспечения безопасности компьютерной сети, играя роль пограничника – осмотреть каждый файл, который пытается пересечь границу сети (рис.6.1).

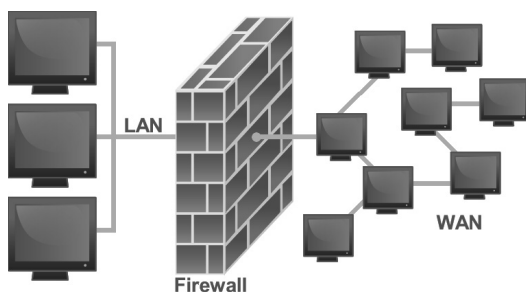


Рис.6.1. Принцип работы межсетевого экрана (брандмауера, файрвола). LAN - локальная сеть, WAN- Глобальная сеть (Интернет)(<http://ru.wikipedia.org/wiki:Firewall.png>)

Сервер электронной почты (Mail Server). Он предназначен для обработки почтовых приложений. Сервер позволяет централизованно управлять внешней корреспонденцией, внутренней перепиской и документооборотом. Установленные на нем версии антивирусных программ и грамотно настроенные фильтры позволяют снизить риск потери или утечки конфиденциальной информации. Последнее обстоятельство чрезвычайно важно в медицинской практике.

Веб сервер (сервер web-приложений). Такие серверы имеются у многих крупных компаний, издательств, медицинских центров. Это своего рода виртуальный офис или находящийся в Сети Интернет web-сайт. Сайт может быть простым и служить лишь визитной карточкой компании, либо более сложным – порталом, онлайн каталогом с возможностью оформления заказов от клиентов.

Терминальный сервер. Он обеспечивает работу удаленных офисов, мобильных пользователей и сотрудников, часто работающих из дома или в командировке. Он обеспечивает также возможность дистанци-

онных врачебных консультаций. Шифрование передаваемых данных обеспечивает безопасность такого вида связи. Пользователь соединяется через канал связи с сервером, вводит свои учетные данные и попадает на свой виртуальный рабочий стол или на рабочее место. При этом некоторые данные хранятся непосредственно на сервере, и доступ к ним можно получить через Интернет из любой точки мира.

Сервер баз данных (Database server). Он предназначен, как следует из самого названия, для обработки данных, которые организованы и структурированы согласно определенным правилам организованных и структурированных согласно определенным правилам. Наиболее часто используемые средства управления данными – это MS SQL Server, Oracle, Apache, MySQL.

Файловый сервер. Он предназначен для организации и структурированного хранения данных пользователей с учетом политик безопасности и доступа.

Серверы приложений. Для сервера приложений характерны расширенные возможности обработки информации. В медицинской практике все крупные компании мира, производящие медицинское оборудование, имеют подобные серверы.

Серверы FTP. Подобные серверы, работающие на основе протокола File Transfer Protocol, являются стандартом при перемещении файлов в Интернете. FTP-серверы поддерживают работу как простых файловых менеджеров – клиентов, так и сложных, управляемых администраторами. К данному серверу врачи обращаются при необходимости отыскать и установить какую-либо программу или приложение.

Принт-серверы позволяют всем подключенным к сети пользователям распечатывать документы на одном или нескольких общих принтерах. Принт-сервер хранит посланные на печать документы на своем жестком диске, выстраивает их в очередь и выводит на принтер в порядке очередности.

Физически сервер может иметь большой диапазон размеров – от персонального компьютера до сложного технического устройства (рис. 6.2).

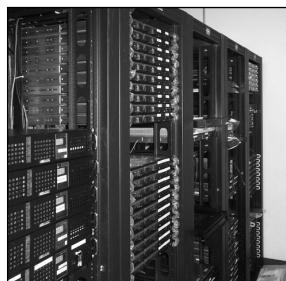


Рис.6.2. Файловый сервер

Локальные компьютерные сети относятся к наиболее распространенным, они широко используются в медицине. Локальная компьютерная сеть может функционировать в виде двух основных вариантов: одноранговая и по принципу клиент-сервер. В *одноранговой сети* все включенные в нее компьютеры имеют одинаковые права. Каждый из компьютеров является как клиентом, так и сервером. Такую сеть иногда называют также *децентрализованной* или *пиринговой* (от англ. peer-to-peer, P2P – равный к равному), а ее участников – *пирами*. Протоколы, по которым обменивается информация в этих сетях, носят названия *торрентов (BitTorrent)*, а web-серверы, обслуживающие клиентов по этим протоколам, – *трекерами (BitTorrent-трекерами)*. Через одноранговые сети осуществляется обмен файлами большого объема – свыше 100 МБ.

В одноранговой сети объединение компьютеров может осуществляться в виде трех вариантов или видов сетевой топологии (архитектуры): «шина», «звезда», и «кольцо». Каждый из вариантов имеет свои преимущества и недостатки.

При объединении компьютеров по топологии «шина» (рис. 6.3) все компьютеры подключаются к одному кабелю – каналу. Подобная архитектура сети обеспечивает ее бесперебойную работу при выходе из строя одного или нескольких компьютеров.

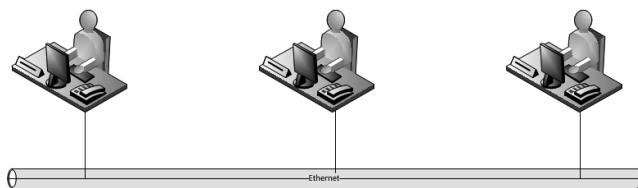


Рис.6.3. Топология сети «шина»

Топология «звезда» (рис.6.4) – одна из самых распространенных в медицинских учреждениях. Она предусматривает соединение всех компьютеров через центральный узел и обладает наибольшей пропускной способностью. Однако построение и обслуживание подобной конфигурации более сложно. Каждый компьютер подсоединяется к узлу отдельным кабелем. В качестве узла используется специальное электронное

устройство, называемое *концентратором*, или *хабом* (от англ. *hub* – центр внимания, интереса, деятельности). Концентратор работает довольно примитивно. Он не сортирует сигналы, а просто отправляет на все подключенные к нему компьютеры и периферийные устройства. Поэтому концентраторы применяются в небольших сетях – до 30 устройств – и при невысокой интенсивности работы сети.

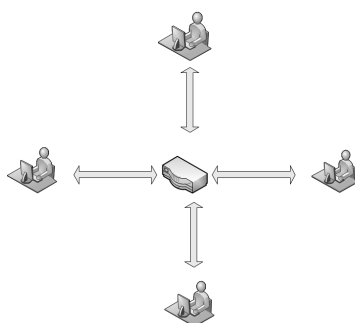


Рис.6.4. Топология сети «звезда»

Более сложным узловым устройством является *коммутатор*, или *свитч* (от англ. *switch* – выключатель). Коммутатор анализирует входящие к нему сигналы и далее адресует их тому устройству или компьютеру, для которого они предназначены. Если сеть очень большая – более 100 компьютеров, а это уже не редкость в современных лечебных учреждениях, то компьютеры соединяют через концентраторы по иерархическому принципу (рис.6.5).

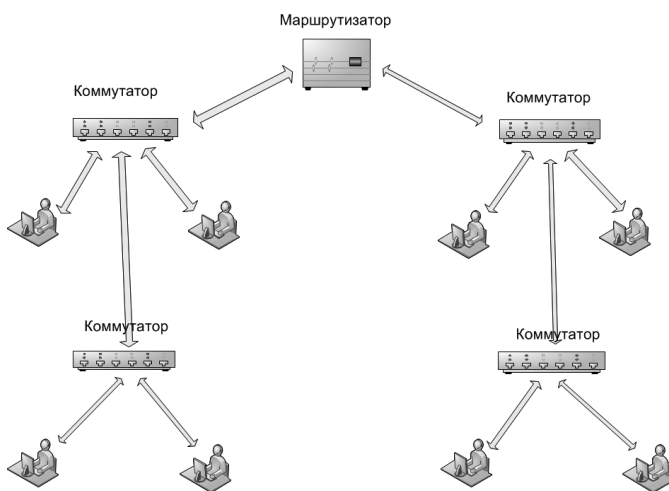


Рис.6.5. Топология сети «иерархическая звезда»

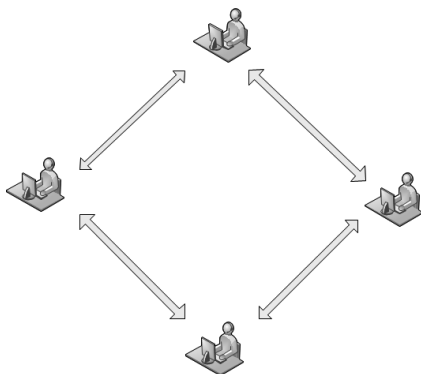


Рис.6.6. Топология сети «кольцо»

При топологии «кольцо» (рис.6.6) все компьютеры объединены между собой по замкнутому кругу. Понятно, что выход из строя даже одного компьютера «обваливает» всю локальную сеть. Кроме того, при большом числе компьютеров в сети значительно снижается скорость обмена информацией.

Беспроводный канал Wi-Fi (англ. *Wireless Fidelity* – «беспроводная точность»), предназначен в основном для передачи данных внутри корпоративных сетей и дистанционного подключения к сети Интернет, пропускная его способность в стандарте 802.11g достигает 54 Мбит/с, а в стандарт 802.11n – 480 Мбит/с, радиус связи – несколько сот метров.

Схема Wi-Fi сети содержит точку доступа, в качестве которой используется прибор *маршрутизатор*, или *роутер* (рис.6.7). В качестве клиентов выступают компьютеры различной сложности и конфигурации – от смартфона до десктопа. Возможно подключение двух клиентов в режиме точка-точка, когда клиенты соединяются посредством сетевых адаптеров напрямую.

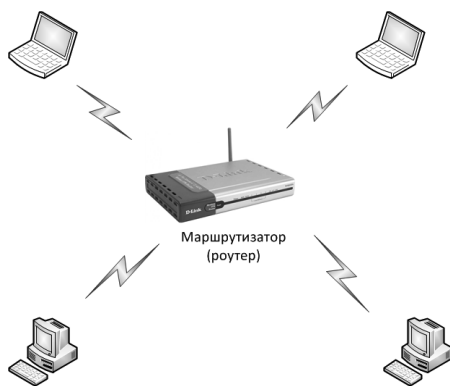


Рис.6.7. Топология сети Wi-Fi

По способу объединения точек доступа в единую систему можно выделить:

- Автономные точки доступа (самостоятельные, децентрализованные, «умные»).
- Работающие под управлением контроллера («легковесные», централизованные)
- Бесконтроллерные

Локальная сеть клиент-сервер – наиболее распространенная в лучевой диагностике. При ней сетевая нагрузка распределена неравномерно. Роль поставщика услуг (обработка медицинских изображений, поддержка баз данных и знаний, выполнение различных специализированных диагностических программ и др.) выполняют серверы. Заказы на эти услуги поступают с программ-клиентов, установленных на рабочих местах персонала.

Совокупность пользователей, работающих в одной сети (или ее части) называется *рабочей группой*. Существует также понятие «*политика сети*» – набор приемов и правил работы в сети. За соблюдением политики сети обычно наблюдают два *администратора сети – клинический и системный*. В задачи клинического администратора входит обслуживание данных, а также управление записями пользователей и конфигурирование каталогов, календарей и деревьев каталогов. Этот администратор обладает правами доступа к необходимым функциям для обслуживания данных и обеспечения их целостности. Системный администратор отвечает за администрирование работы сервера.

Совокупность рабочих групп пользователей и аппаратного обеспечения компьютерной сети (системных блоков, рабочих станций, сканеров, принтеров и др.) носит название домена.

Таким образом, в лечебном учреждении существует только один домен. В его составе может быть несколько рабочих групп: электронного документооборота, формирования и поддержки медицинских диагностических изображений, финансово-хозяйственного направления и др. Создание домена в лечебном учреждении позволяет оптимизировать работу всей компьютерной сети, в частности упростить авторизацию пользователя, работу с общим хранилищем файлов. Оптимизируется использование общих программных и аппаратных ресурсов.

В составе локальной компьютерной сети лечебного учреждения, должен поддерживаться определенный ассортимент сервисных служб. Главными из них являются:

- *Файловая служба.* Она предназначена для совместного использования дискового пространства на компьютерах клиент и сервер. В некоторых организациях для поддержки файловой службы выделяют специальный сервер.
- *Служба авторизации пользователей.* Ее задача – идентифицировать пользователя, определить его права к доступу тех или иных ресурсов сети. Обычно авторизация производится на основании двух идентификаторов – имени пользователя (*login*) и его пароля (*password*). В последнее время набирают темпы новые приемы идентификации – по отпечаткам пальцев, параметрам голоса и др.
- *Служба архивирования и сетевых баз данных.* Предназначена для хранения медицинских и других данных на дисковом пространстве сервера и специальных архивных магнитных накопителях (стримерах). Чаще всего в лечебных учреждениях и организациях управления здравоохранением выделяют три уровня хранения данных: оперативный, краткосрочного и долговременного хранения.
- *Служба электронной почты.*
- *Служба печати.* Предназначена для оптимизации работы принтеров и мультимедийных камер.
- *Служба доступа в Интернет.* В ее функцию входит не только организация выхода во Всемирную глобальную сеть, но и защита собственной сети от несанкционированного доступа в нее посторонних лиц.
- *Служба поддержки электронных медицинских данных.* Предназначена контролировать правильность ведения всей медицинской документации, созданной компьютерными средствами: электронная история болезни, амбулаторная карта, медицинские диагностические изображения и др.
- *Служба компьютерной поддержки менеджмента.* В ее компетенцию входит поддержка компьютерных технологий, обеспечивающих управленческие функции в организации, правовые вопросы медицинской практики, взаимоотноше-

ние с внешними учреждениями – медицинскими, юридическими, административными, страховыми и пр.

- *Служба технической поддержки компьютерной сети.* В ее состав входят системные администраторы, специалисты по техническому и программному обслуживанию компьютеров и периферийных устройств.
- *Служба сетевой безопасности.* Обеспечивает сохранность данных, циркулирующих внутри сети, от несанкционированного доступа посторонних лиц, что особенно важно при соединении локальной сети с глобальной сетью, а также ограничивает выход за пределы сети и обращение к внутри-сетевым ресурсам тем сотрудникам организации, которые не имеют на это соответствующих прав. Для обеспечения сетевой безопасности между локальной и глобальной сетями устанавливается специальный компьютер, оснащенный специальным программным обеспечением. Такое устройство (а также программа) называется *брандмауэр*.

Внутри локальной компьютерной сети, установленной в лечебном учреждении, возможен обмен документами, сообщениями, а также различными диагностическими изображениями – рентгенологическими, ультразвуковыми и пр. Электронный документооборот является в настоящее время эффективным средством общения сотрудников лечебного учреждения. Для организации службы электронного документооборота обычно применяются две серверные программы: *почтовый сервер* – он предназначен для соединения локальной сети с Интернетом и *сервер обмена* – его задача состоит в организации различных служб внутри локальной компьютерной сети. Несколько локальных сетей, которые функционируют внутри одного лечебного учреждения или в рамках корпоративной компьютерной сети, могут быть связаны между собой специальными аппаратными и программными средствами. Эти средства в совокупности называются шлюзами. В некоторых случаях для обеспечения надежной связи и эффективности использования ресурсов в сети выделяется специальные компьютеры – *шлюзовой сервер, брокер*.

Обмен электронными документами и сообщениями осуществляется на *сервере обмена* на основании списка адресов сотрудни-

ков учреждения. Там же производится учетная запись пользователей сети. При необходимости отправить документ в глобальную сеть его посылают на почтовый сервер, где производится авторизация пользователя, сверяется его право выхода во внешнюю сеть и регистрируется учетная запись обращения к ресурсу.

На каждом компьютере пользователя локальной сети должна быть установлена почтовая программа – *почтовый клиент*. Он очень удобен в текущей работе: сортирует почту в зависимости от заданных параметров, хранит необходимые почтовые адреса в удобном виде и – что очень важно – шифрует почту и защищает ее паролем пользователя. Он же содержит также дополнительные программные модули, помогающие планировать офисную работу, т.е. является своего рода компьютерным организатором.

По скорости передачи информации (трафику) компьютерные сети подразделяются на низкоскоростные (до 10 Мбит/с), среднескоростные (до 100 Мбит/с) и высокоскоростные (свыше 100 Мбит/с).

6.3 СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

Компьютерные технологии, обеспечивающие, функционирование компьютерных сетей в медицине, подразделяются по уровню использования в медицине и здравоохранении следующим образом:

- Управление здравоохранением на территориальном и федеральном уровнях.
- Управление специализированными медицинскими службами.
- Управление лечебно-профилактическими службами.
- Управление учебными заведениями.
- Информационная поддержка работы медицинского персонала.
- Управление обеспечением экстренной медицинской помощью.
- Мониторинг уровня здоровья населения.
- Информационное обеспечение научной работы.
- Система информационного обмена при работе в компьютерных сетях.

Кроме того, возможно деление компьютерных медицинских сетей по функциональному признаку:

- Автоматизированная информационная система «стационар» – используется для автоматизации деятельности больницы лечебного учреждения, обеспечивает электронный документооборот, фиксацию законченных случаев пациента и выставление счетов.
- Автоматизированная информационная система «поликлиника» – предназначена для автоматизации амбулаторно-поликлинической помощи в системе ОМС и ДМС, позволяет накапливать базу данных, статистическую и финансовую информацию, автоматизирует ведение документооборота, ведет автоматизированный учет законченных случаев лечения пациента, а также выставление счетов на каждый законченный случай.
- Автоматизированная информационная система «финансы» – в ее задачу входит оформление и учет всех финансовых взаимоотношений между лечебно-профилактическими, страховыми, санаторно-курортными учреждениями, органами социального страхования и фондами обязательного и добровольного медицинского страхования.
- Автоматизированная информационная система «построитель запросов» – в ее задачу входит представление пользователю информации из баз данных в форматах *DBF Fox Pro*, *Visual FoxPro*, *MS SQL*.
- Автоматизированная система хранения и передачи медицинских изображений (рентгенологических, магнитно-резонансных, радионуклидных, ультразвуковых) – *PACS*.
- Автоматизированная система электронного документооборота.
- Экспертные системы – предназначены обеспечить высокоэффективное решение задач в некоторой узкой предметной области.
- Автоматизированные рабочие места персонала, или рабочие станции, включенные в локальную компьютерную сеть.
- Автоматизированные системы медицинских баз данных (*БД*), или, точнее, системы управления базами данных (*СУБД*); при этом возможны два варианта: 1) ручной ввод

медицинских характеристик и показателей и 2) автоматический ввод из функционирующих медицинских комплексов. Последний тип ввода информации, по понятным причинам, предпочтительнее. Кроме того, необходимо выделить 3 вида информации, хранящейся в БД: *нередактируемые файлы* (справочно-нормативная документация), *локальные файлы* (сохраняются на рабочем месте пользователя) и *транспортируемая информация* (она перемещается внутри локальной сети или за ее пределы).

Система основных информационных потоков в лечебном учреждении в упрощенном виде может выглядеть следующим образом (рис.6.8):

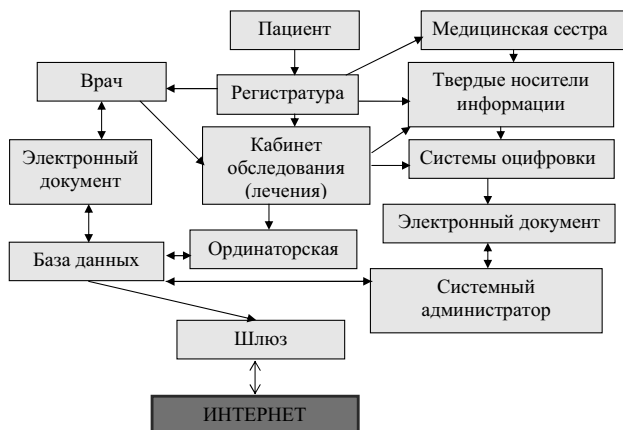


Рис.6.8. Схема информационных потоков в лечебном учреждении

Работа пользователя в локальной компьютерной сети и обмен информацией между коллегами в разных связанных между собой компьютерных сетях может быть успешной при соблюдении важнейшего правила – обмен данными может происходить только в единых стандартах и протоколах коммуникации. С развитием компьютерных коммуникаций остро встает вопрос о создании единых международных стандартах обмена медицинскими данными. К настоящему времени сложился достаточно устойчивый перечень таких стандартов: *ASTM E31.11* – стандарт обмена данными

лабораторными тестами, *SCP-ECG* – стандарт обмена цифровыми ЭКГ, *IEEE P1157* – стандарт обмена медицинскими данными.

Особенно следует выделить два стандарта – *HL7* и *DICOM*. Первый из них был разработан американским комитетом *Health Level Seven (HL7)*. Он стандартизирует обмен медицинской информацией между лечебными учреждениями всех стран мира. Этот же комитет разработал стандарт клинического контекста *CCOW*, поддерживающего архитектуру клинических документов *CDA*. Последняя версия этого стандарта – *CCOW.3* описывает структуру стандарта на распространенном языке *XML*, что значительно упрощает обмен медицинскими документами, находящимися на различных аппаратных платформах.

Суть этих стандартов состоит в том, что все события, связанные с нахождением пациента в лечебном учреждении, кодируются специальными *сегментами* (например, визит пациента – *Patient Visit – PVI*). Каждый сегмент, в свою очередь, идентифицируется трехсимвольным кодом, который передается по компьютерной сети адресату.

Другой важный стандарт передачи медицинских данных – *DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine)*. Как следует из самого названия, данный стандарт предназначен для передачи медицинских изображений – рентгенологических, ультразвуковых, магнитно-резонансных, радионуклидных, эндоскопических и др. (всего 29 типов изображений) между компьютерами. Он опирается на упоминавшийся уже стандарт *OSI/ISO*. Этот стандарт позволяет организовать цифровую связь между различными диагностическими аппаратами, персональными компьютерами и рабочими станциями, архивными серверами, мэйнфреймами и другими компьютерными устройствами, которые располагаются внутри одного лечебного учреждения. Он помогает также обмениваться данными в одном городе или между несколькими городами по системе открытых глобальных сетей.

В ряде лечебных учреждений нашей страны и за рубежом получают распространение компьютерные сети, объединяющие несколько диагностических аппаратов, персональные компьютеры, рабочие станции, видеоархивы, средства представления изображений. Такая сеть носит название *PACS – Picture Archiving and Communication*

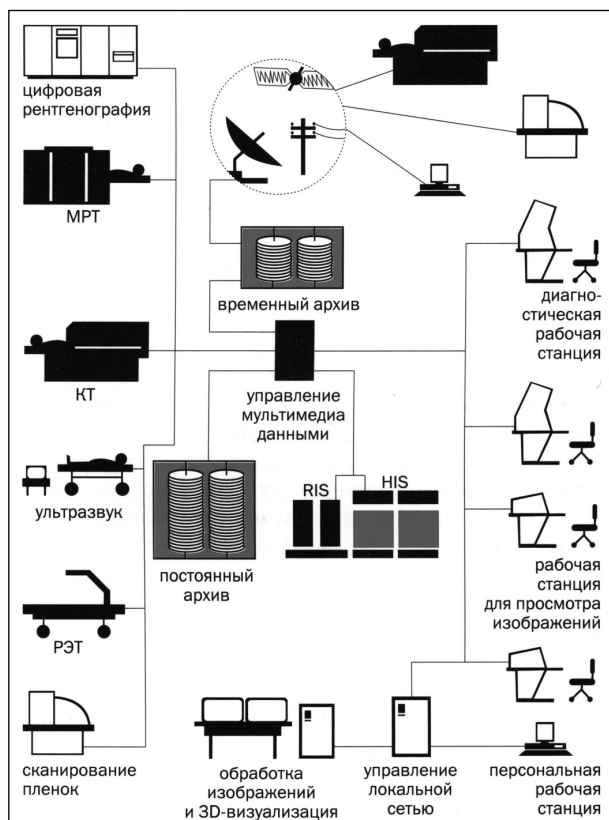


Рис.6.9. Схема системы PACS

System (система архивирования и передачи изображений). Упрощенная схема такой системы представлена на рис. 6.9.

Специальной локальной компьютерной сетью, предназначенной для организации информационных потоков в лечебном учреждении (стационаре, поликлинике), является госпитальная информационная система *HIS* (*Hospital Information System*).

Специальной компьютерной сетью, предназначенной для организации информационных потоков в радиологическом отделении больницы, является радиологическая информационная система *RIS* (*Radiological Information System*). Эта сеть – наиболее распространенная специальная компьютерная сеть в медицине.

RIS позволяет организовать работу радиологического отделения на всех этапах обследования больного: от его регистрации, проведения исследования до составления отчетов и рассылки их по больнице и сторонним пользователям через сеть Интернет. Одной из распространенных *RIS* является разработанная корпорацией Сименс локальная сеть *syngo Workflow* (рис.6.10). Эта сеть, как и другие *RIS*, тесно взаимодействует с системой *PACS* (см. ниже) и опирается на стандарт *HL7* (Health Level Seven – «седьмой уровень здравоохранения») – общепринятый стандарт обмена, управления и интеграции медицинской информации. Он обеспечивает выполнение таких важных задач, как доступность, структурирование данных, идентификацию участников, достижение согласованности задач и безопасность. Он выполняет также роль канала связи между другими системами – *HIS*, *PACS* и медицинским оборудованием.

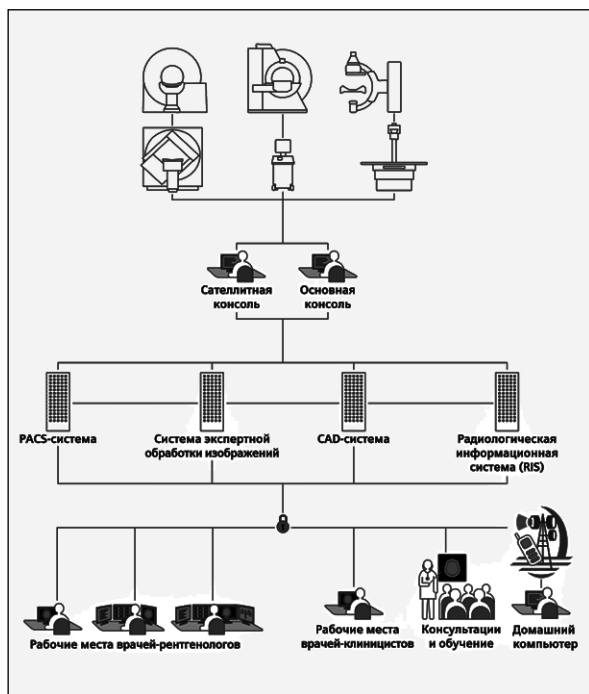


Рис.6.10. Схема сложной системы PACS/RIS

Система *RIS* представляет собою программное приложение *клиент-сервер*, т.е. имеет центральную часть – сервер (или несколько серверов), на которых находятся все сведения о пациентах и исследованиях, и *клиентскую часть (клиент)*, устанавливаемую на персональных компьютерах и рабочих станциях. Система имеет модульный тип строения. Поэтому ее легко перестраивать, подгоняя конфигурацию к конкретному лечебному учреждению и выполняемым производственным процессам.

При работе в сети *RIS*, как и в других сетях, каждый пользователь обязан иметь уникальный идентификатор и учетную запись, включающую в себя имя, пароль и назначенные привилегии. *Назначенные привилегии – это четко очерченный круг задач, которые необходимо решать пользователю при выполнении им служебных обязанностей.* Например, врач-рентгенолог может анализировать и описывать рентгенограммы, но не вправе удалять их из базы данных. Это может делать только заведующий отделением – у него есть такие привилегии.

Для каждого пользователя (или пользователей) сеть создается профиль привилегий, который называется *ролью*. *Роль включает в себя перечень задач, которые может и должен решать пользователь.* В качестве примера можно назвать роли «главного врача», «рентгенолога», «лаборанта», «заведующего отделением» или «медсестры». Роль можно назначить и конкретному лицу, например, «врач Иванов». Заметим также, что одному пользователю в зависимости от текущей ситуации можно назначить несколько ролей.

Прохождение пациента через радиологическое отделение регулируется рабочим процессом. *Рабочий процесс – это цепь процедур, выполняемых при нахождении пациента его в лечебном учреждении, и в частности, в радиологическом отделении.* Рабочий процесс обеспечивается модульной структурой *RIS*. (рис.6.11).

Здесь уместно отметить несколько важных моментов, относящихся к технологии движения информационных потоков в сети *RIS*:

1. Направление на лучевое исследование направляет лечащий врач. Заметим, что данное положение правомерно и для сетевой, традиционной лучевой диагностики.



Рис.6.11.Этапы рабочего процесса в радиологической информационной системе RIS

2. Обоснованность и объем лучевых исследований определяет *радиолог*, что тоже является общепринятым в традиционной лучевой диагностике. При этом радиолог устанавливает

- соответствие запрашиваемого исследования предварительному диагнозу заболевания.
3. Движение информационных потоков в системе строго *упорядочено и закрыто от несанкционированного к ней доступа*.
 4. С помощью специальных *программ распознавания речи* надиктованный текст может быть распознан и направлен прямо в память компьютера.
 5. В технологической цепочке диагностического процесса имеется *расшифровщик* – специалист, помогающий врачу в составлении и оформлении отчета.
 6. В качестве этапа диагностического процесса предусмотрено *коллективное мышление*, т.е. обсуждение с коллегами результатов исследования пациентов. Подобное обсуждение носит название *клинической презентацией*. Таким образом, диагноз заболевания становится *коллективным*. В традиционной лучевой диагностике в силу объективных причин (территориальной удаленности) такой этап диагностики является скорее пожеланием, чем требованием.

Все этапы рабочего процесса выполняются пользователем с одной и той же ролью объединяются в *рабочий элемент* (рис. 6.12). Рабочий элемент характеризуется определенным типом и статусом.

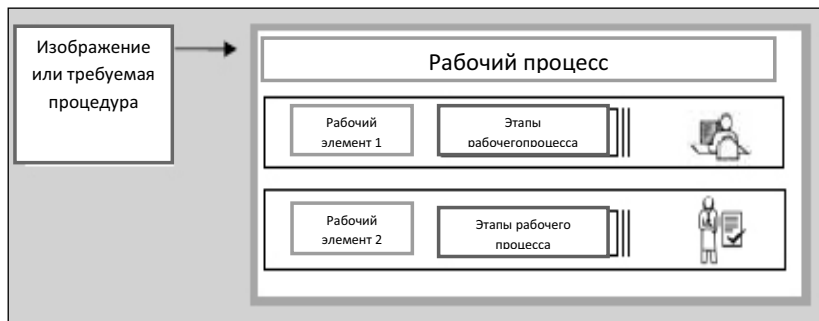


Рис.6.12. Структура рабочего процесса в информационной системе RIS

Работа персонала радиологического отделения в локальной сети осуществляется с т.н. рабочего места. *Рабочее место* – это со-

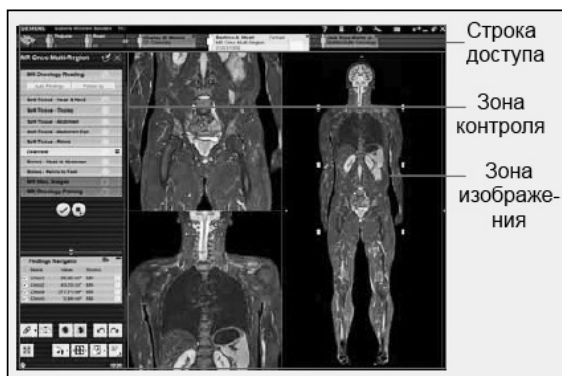


Рис.6.13. Стандартный вариант интерфейса рабочего места PACS

вокупность программ, позволяющая работнику осуществлять свою профессиональную деятельность в соответствии с заданными ему профилем и ролью. Обычно в отделении создаются несколько рабочих мест. Рабочие места не «привязаны» к конкретному компьютеру. Они виртуально «следуют» за пользователем и могут быть активированы на любом компьютере, даже находящемся дома.

Интерфейс рабочего места в стандартном варианте обычно имеет три поля: линейку доступа, зону контроля и зону изображения (рис.6.13). *Линейка доступа* позволяет управлять рабочим процессом во время исследования. Верхняя часть линейки доступа предоставляет доступ к системным функциям, например к инструментам конфигурации и интерактивной справке. Нижняя часть этой линейки содержит доступ к обследованиям и рабочим спискам. На ней пользователь найдет все инструменты, необходимые для поиска пациента и необходимого исследования.

Зона контроля обеспечивает быстрый доступ к компоновке и инструментам, необходимым для ответа на вопросы клиники. Функция обеспечивает пользователей этапами и инструментами текущего документооборота. Зона контроля содержит функции навигатора по истории болезни, средства управления этапами документооборота и общие инструменты.

В *зоне изображения* на дисплей выводятся изображения, графики, таблицы и средства управления, которые предназначены для навигации, обработки, анализа и редактирования выводимой на дисплей информации.

Специальные инструменты внутри зоны изображения предоставляют пользователю присваивать изображениям и запрошенным процедурам шаблоны документооборота. Эти правила присваивания задаются во время конфигурирования системы и могут меняться администратором клиники.

Интерфейс рабочего места с развитой архитектурой (рис. 6.14) имеет более сложную структуру. В нем имеются следующие составные части: панель доступа, палитра форм, навигатор объектов, настраиваемые панели инструментов, область управления вкладка пациентов, область отображения и навигатор форматов изображения.

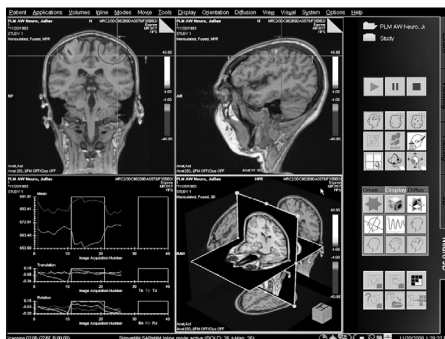


Рис.6.14. Интерфейс рабочего места PACS.с развитой архитектурой

Ниже представлены рабочие места в локальной сети RIS/HIS.



Рабочее место сотрудника регистратуры радиологического отделения. В нем осуществляется ввод сведений о пациентах и исследованиях, планирование исследований и создание рабочих списков устройств подключенного оборудования для визуализации.



Рабочее место оператора. С него управляют процессом созданием изображений, определяют их качество и подготавливают для представления радиологу.



Рабочее место радиолога. На нем производится оценка изображение и документирование

исследований. Рабочее место может быть установлено как в отделении, так и дома (!). Обычно на этом рабочем месте устанавливается интегрированный клиент RIS/HIS и три монитора – для просмотра клинических данных, изображений и трехмерной реконструкции.



Рабочее место радиолога. Оно предназначено для подготовки и проведения клинических презентаций.



Рабочее место лечащего врача. Предоставление изображений и отчетов для просмотра лечащим врачам из того же учреждения и других организаций. Для распространения отчетов необходимо подключение к системе HIS/RIS.



Рабочее место системного администратора. На нем осуществляется конфигурирование системы, архивирование, администрирование пользователей и настройка правил для телерадиологии.



Рабочее место сотрудника регистратуры. Здесь выполняется создание дисков с данными пациента и программой просмотра DICOM-данных (DICOM см. ниже), вывод изображений на пленку (функции печати в формате DICOM) и импорт носителей с данными пациентов из других отделений.

В систему RIS, как и HIS, обычно входит т.н. биллинговый инструмент (от англ. bill – счет). Он обеспечивает определение стоимости выполненных в отделении работ с учетом всех затрат и выставление счетов сторонним организациям, направившим пациента на обследование. Понятно, что в условиях страховой медицины данная функция весьма полезна.

Важным стандартом в лучевой диагностике является международный стандарт *DICOM* (*Digital Imaging and Communication in Medicine*). Как следует из самого названия, данный стандарт предназначен для передачи медицинских изображений – рентгенологических, ультразвуковых, магнитно-резонансных, радионуклидных, эндоскопических и др. (всего 29 типов изображений) между компьютерами. Он опирается на стандарт *OSI/ISO*. Этот стандарт позволяет организовать цифровую связь между различными диагностическими аппаратами, персональными компьютерами и рабочими станциями, архивными серверами и другими компьютерными устройствами, которые располагаются внутри лечебного учреждения. Он помогает также обмениваться данными в одном городе или между несколькими городами по системе открытых глобальных сетей.

Сетевым решением, объединяющим все диагностическое оборудование визуализации, является локальная сеть *PACS* – *Picture Archiving and Communication System* (система архивирования и передачи изображений). Она объединяет все диагностические аппараты для визуализации, персональные компьютеры, рабочие станции, видеоархивы, средства представления изображений в локальную единую внутреннюю сеть цифровых изображений. Сеть работает на стандарте *DICOM* и поддерживает операционную систему *Windows*. Поэтому все цифровые аппараты для визуализации должны обязательно иметь конечный программный модуль *DICOM*.

В настоящее время во всех развитых странах мира радиологическая сеть PACS является общепринятым стандартом организации работы лечебного учреждения.

Архитектура *PACS* весьма сложная. Она зависит от фирм-изготовителей, структуры радиологического отделения и круга профессиональных задач. Система весьма пластично приспосабливается к конфигурации радиологического отделения и хорошо интегрируется в общебольничную компьютерную сеть. Она содержит большой комплекс оборудования и программного обеспечения. Важно указать, что система *PACS* тесно взаимодействует с больничной системой *HIS* и Интернетом (рис. 6.15).

Первый блок составляет оборудование для лучевой диагностики: рентгеновские аппараты, компьютерные томографы, гамма-камеры, ультразвуковые аппараты и пр. Сюда же можно включить специальный сканер для оцифровки аналоговых рентгенограмм, ко-

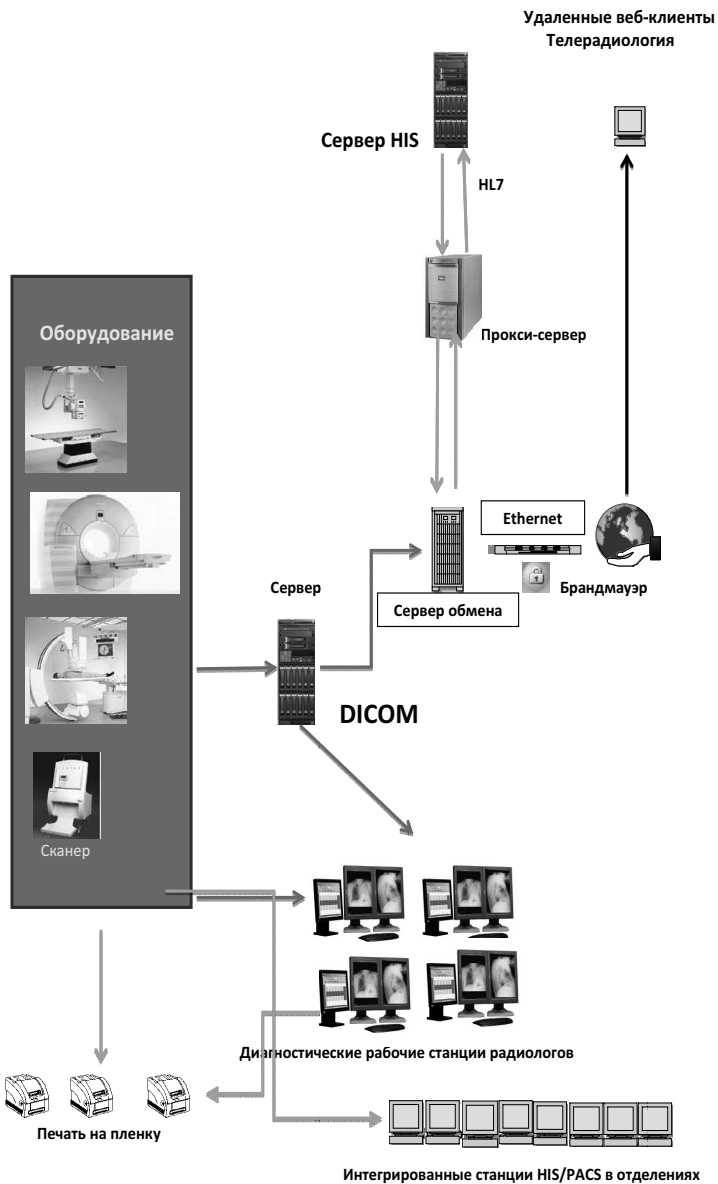


Рис.6.15. Взаимодействие локальных сетейPACS, HIS и Интернета

торые может находиться в рентгенологическом отделении. Как уже говорилось, все эти аппараты создают изображение в стандарте DICOM. Вторым важным объектом системы является сервер (чаще их несколько). Серверы играют управляющую роль в системе и одновременно служат базой банных и знаний. В системе имеются также серверы для хранения изображения и документов. Обычно хранение информации осуществляется в два этапа: кратковременное (STS) и долговременное (LTS) хранение. Устройства STS обеспечивают быстрый доступ к изображениям, а LTS – архивное хранение очень больших объемов данных на недорогих носителях. Изображения периодически копируются с устройств STS на устройства LTS. Постоянное осуществляется резервное копирование.

Архивирование и транспорт медицинских изображений по сетям осуществляется, как правило, в сжатом виде. С этой целью применяют широко известные форматы сжатия JPEG и JPEG2000. Существует два типа сжатия: без потерь и с потерями информации. Тип сжатия выбирается исходя из конкретных задач. Цифровые рентгенограммы, полученные прямым путем на плоском матричном детекторе, и маммограммы сжимаются только без потерь.

Периферийное оборудование включает в себя многочисленные персональные компьютеры и рабочие станции, которые располагаются в радиологическом отделении, клинических отделениях, в администрации и группе технической поддержки системы. Большинство персональных компьютеров программно интегрированы в PACS и госпитальную информационную систему (HIS). Это позволяет получить доступ одновременно ко всей информации, циркулирующей в больнице. Отдельно выделяется *блок печати на пленку*.

Очень важным блоком информационной системы являются средства выхода в Интернет: шлюзы, брокеры, брандмауэры и др. Интернет позволяет сотрудникам радиологического отделения общаться с внешним миром, обмениваться изображениями, получать необходимую информацию и консультацию. Новым, бурно развивающимся направлением взаимоотношения локальной сети и Интернета, является вынос сложных программ на внешние серверы. Это позволяет дистанционно задействовать в работе системы огромные базы данных, программы искусственного интеллекта, развитие экспертные системы, компьютеризированную диагностику САД. Частичный перенос информационных ресурсов на мощные внешние серверы получил название «облачной технологии».

Вынос реализации сложных программ с периферических компьютеров на центральные серверы Интернета – «облачные технологии» – в настоящее время является отчетливо выраженной тенденцией во всем развивающемся компьютерном мире.

Чтобы получить представление о пропускной способности локальной сети PACS, приведем ориентировочные величины объема некоторых основных медицинских диагностических изображений:

- компьютерная и магнитно-резонансная томограмма – 1–2 Гбайт,
- УЗИ и радионуклидная скintiграфия – до 512 Кбайт,
- цифровая рентгенограмма – 2–5 Мбайт,
- цифровая маммограмма – 6–10 Мбайт.

6.4. ВСЕМИРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СЕТЬ – ИНТЕРНЕТ

Всемирная компьютерная сеть, или Интернет – это объединение локальных, региональных и национальных компьютерных сетей в одно информационное пространство без территориальных и национальных границ. Сегодня Интернет представляет собой глобальное средство коммуникаций, обеспечивающее обмен различной информацией – текстовой, графической, ауди- и видеoinформацией, онлайн-службами по всей планете. К настоящему времени количество пользователей Интернета уже превышает 1 млрд. По оценке ВЦИОМ на 2009 г в России Интернетом пользовались 31% всего населения. В настоящее время это число, по предварительным прикидкам, приближается к 50%.

Связь между компьютерами нельзя понимать как прямое физическое или виртуальное соединение. Компьютеры обмениваются информацией в виде *пакетов*, каждый из которых промаркирован и доставляется адресату различными путями, по различным маршрутам. В пункте назначения эти пакеты соединяются в установленном порядке, и конечный пользователь получает информацию в готовом виде. В отличие от телефонной и радиосвязи информация в Интернете не только передается, но и хранится на жестких дисках, называемых *серверами*, или *узлами связи (хостами)* Интернета.

Хотя принцип объединения нескольких сетей в единое ведомственное национальное информационное пространство возник в США еще в 1969 году в виде сети *ARPANET*, настоящей датой рождения Интернета считается 1983 год. В это время была решена проблема устойчивости соединения разнообразных компьютерных устройств путем разработки и утверждения единого протокола обмена данными *TCP/IP*.

Иными словами, протокол *TCP/IP* – это не один, а два самостоятельных протокола. Первый из них – *TCP (Transmission Control Protocol)* – протокол транспортного уровня. Он управляет тем, как происходит передача информации. Согласно этому протоколу отправляемая информация «нарезается» на небольшие пакеты, каждый из которых маркируется таким образом, чтобы на компьютере получателя все пакеты были правильно собраны. Пакеты информации отправляются по разным маршрутам в зависимости от их структуры и загруженности сети. С другой стороны, два физически соединенных компьютера могут одновременно поддерживать различные ТСП-соединения.

Протокол *IP (Internet Protocol)* – адресный. Он определяет, куда должна доставляться необходимая информация. Суть этого протокола состоит в том, что каждому участнику сети присваивается свой уникальный адрес (*IP-адрес*) – постоянный или временный, т.е. только на момент соединения. Этот адрес выражается четырьмя байтами, например, 567.55.32.88. Поскольку один байт может иметь 256 различных значений, теоретически число возможных уникальных IP-адресов составляет около 4 миллиардов. *IP-протокол* определяет, по какому маршруту следует направить конкретный блок (пакет) информации. Оптимизацией маршрута движения информации занимаются специальные компьютеры и программы (*маршрутизаторы*), находящиеся на узловом сервере сети.

Кроме вышеназванной пары протоколов *TCP/IP*, существуют и другие, например, протокол *UDP (User Datagram Protocol)*. Его предпочтительнее применять при передаче потоковой видео- и аудиоинформации. При *UDP-транспортировке* данные помещают в специальный *UDP-конверт*, который, в свою очередь, упаковывается в *IP-конверт*. Если в локальной сети функционируют другие протоколы передачи данных (например, *UUCP* или *BITnet*), то выход в Интернет

осуществляется через особое устройство, именуемое *шлюзом*, преобразующим их в типовой протокол TCP/IP и обратно.

Для подключения компьютера к Интернету имеются специальные организации – *провайдеры*. С ними решаются все вопросы, связанные с использованием различных ресурсов Интернета. Возможно два варианта подключения к сети. Первый – без постоянного соединения с сервером (режим *off-line*). При нем соединение устанавливается только на момент связи с помощью модемов, коммуникационных и сервисных служб. Другой вид соединения – режим *on-line*, при котором пользователь постоянно соединен с сервером, а через него – со всем Интернетом. Режим *off-line* более экономичен, так как позволяет более детально ознакомиться через Интернет с полученными материалами и в свою очередь более вдумчиво и осмысленно подготовить ответ своему корреспонденту. Режим *on-line* более мобилен, он создает эффект присутствия при обмене информацией со своим корреспондентом или сервером.

Способы подключения к Интернету могут быть различными. Наиболее популярными в настоящее время являются подключение через оптоволокно и через спутник

Оптоволоконная сеть обладает наибольшей пропускной способностью и в настоящее время является наиболее прогрессивным коммуникационным решением. Второй способ соединения с Интернетом – через спутник и интернет-провайдера. В настоящее время скорость трафика в Интернете составляет 10-1000 Мбит/с.

Получает распространение на рынке телекоммуникационных услуг технология *WAP (Wireless Application Protocol* – протокол беспроводной связи). Он позволяет осуществлять выход в Интернет через мобильный телефон. Технология *3G* (от англ. *third generation* – третье поколение) является технологией мобильной связи третьего поколения. Она объединяет набор услуг, в которых входит помимо мобильной связи доступ в Интернет.

Получает распространение выход в Интернет через беспроводный доступ *Wi-Fi*. В каждом городе имеются многочисленные точки доступа, в основном бесплатные, для пользования этой услугой. Имеются они также в крупных лечебных учреждениях.

Как видим, подключение пользователя к Интернету может иметь самый различный характер. Все диктуется требованиями

к скорости обмена информации, надежности связи и финансовыми соображениями. Существует два вида поиска нужных данных в Интернете. Ознакомительный просмотр Web-документов называется *Web-серфингом*, целенаправленный поиск информации в интернет-пространстве носит название *Web-навигации*.

Поскольку человеку запомнить числовые значения интернет-адреса (IP-адреса) нелегко, сложилась практика использования *Доменной Системы Имен (DNS – Domain Name System)*. Эти имена распределяются и утверждаются Международным координационным центром имен и IP-адресов (*ICANN*). Доменные имена имеют иерархическую структуру: домены верхнего уровня – домены второго уровня – домены третьего уровня и т.д.

Домены *верхнего уровня* бывают трех типов – *административные, географически и профессиональные*. Административные домены верхнего уровня :

- *.com* – коммерческая организация,
- *.org* – некомерческая организация
- *.edu* – образовательная,
- *.gov* – правительственная организация США,
- *.int* – международная организация,
- *.net* – компьютерная сеть,
- *.mil* – военное ведомство США

Другой тип доменов верхнего уровня имеет географический характер. Ими обозначают домены, поддерживающие информационное пространство на территории того или иного государства:

- *.ru* – Россия,
- *.de* – Германия,
- *.ca* – Канада,
- *.us* – США

В последнее время начинает функционировать российский домен на кириллице. Международная организация ICANN расширила список доменных имен, в частности для бизнеса, туризма, развлечений и др. К настоящему времени указанной организацией зарегистрировано около 250 доменов верхнего уровня.

Структура Интернета представляет собой набор *служб* – совокупность программ, взаимодействующих между собою в соответствии с установленными протоколами. Программы объедине-

ны по парам. Одна из программ конкретной пары устанавливается на сервере – *программа-сервер*, вторая – на компьютере пользователя – *программа-клиент*.

При передаче информации в Интернете пользователю нередко приходится обращаться к файлообменникам. *Файлообменник*, или *файловый хостинг* – это сервис, который предоставляет пользователю место на сервере под его файлы. На главной странице файлообменника пользователь загружает файл на этот сервер, а файлообменник отдает пользователю постоянную ссылку, которую он может рассылать по электронной почте. По этой ссылке пользователь-адресат, зайдя на сервер файлообменника, может скачать всю необходимую информацию. Некоторые файлообменники имеют партнерские (аффилированные) программы, которые облегчают и оптимизируют деловые взаимоотношения между пользователями.

К основным ресурсам Интернета относят: электронную службу, протокол переноса файлов, Всемирную паутину, листы рассылки, службы конференций, группы новостей, терминальный режим работы компьютера, Интернет-телефония, социальные сети (например, Skype, Facebook, Live Journal) и некоторые другие.

В настоящее время в Сети существует много порталов содержащих большие массивы информации по медицине. В качестве примера можно привести портал «Здоровье Евразии», предназначенный для стран Центральной и Восточной Европы и Новых Независимых Государств. Этот портал распространяет бесплатные ресурсы созданные, предоставленные и переведенные медицинскими специалистами со всего мира. В нем есть такие разделы, как многоязычная библиотека, перечень медицинских сайтов, региональные проекты по здравоохранению, медицинские конференции, регионарные контакты, краткий англо-русский словарь медицинских терминов, гранты и финансирование, здоровье матери и ребенка телеконсультации и многое другое.

Важной функцией Интернета является обеспечение доступа врачей к медицинским базам данных (БД). Общепринято делить медицинские БД на *библиографические, справочные, фактографические и реферативные*.

Библиографические БД содержат публикации по интересующему медицинского работника вопросу.

Справочные БД предназначены для поиска идентификационных признаках и параметрах исследуемого объекта.

Фактографические БД содержат сведения о свойствах и характеристиках объекта исследования.

Реферативные БД имеют в своем составе рефераты по интересующему объекту исследования.

Многие медицинские издательства имеют свои сайты, которые содержат перечень публикаций и краткие их аннотации. Через эти сайты можно заказать нужную литературу, оптические диски, обменяться мнением по некоторым выпущенным изданиям. Кроме того, некоторые сайты, например, такие, как «Видар», имеет клиническую часть, содержащую поучительные примеры из медицинской практики. Приводим краткий перечень нескольких сайтов медицинских издательств.

Кроме книжных издательств, в Сети имеется большое количество сайтов, принадлежащих медицинским журналам, в том числе электронным, как отечественным, так и зарубежным. Некоторые из сайтов имеют лишь перечень номеров, другие – краткие аннотации публикуемых статей или их рефераты, третьи содержат полные тексты статей, даже с их иллюстрациями.

Кроме перечисленных сайтов, в российской части Интернета (его часто называют Рунет) имеется ряд интересных крупных сайтов и порталов для широкой (немедицинской) аудитории. Например: «Медицина для Вас», «AscDoctor.ru», «Mama.ru: Календарь беременности», «Doctor.ru: Сексолог. Вопросы и ответы», «Психологические тесты on-line», «Мир здоровья – независимый медицинский сервер» и др.

В Интернете широко представлены медицинские общества и организации, например, «Всемирная организация здравоохранения» (<http://www.who.ch>), Министерство здравоохранения и социального развития России (<http://www.mednet.com>), «Национальный институт здоровья США» (<http://www.nih.gov>), Американская Медицинская Ассоциация (<http://www.ama-assn.org>), Общество сердечно-сосудистой и интервенционной радиологии (SCVIR) (<http://www.scvir.org>).

В Сети имеется большое количество сайтов, поддерживаемых медицинскими институтами, университетами и научными

центрами. Кроме фактических информационных данных об этих организациях, на сайтах размещено множество образовательных программ, действующих в обоих режимах: online и off-line. В качестве примера приведем сайт Самарского бюджетного государственного медицинского университета (рис. 6.16)

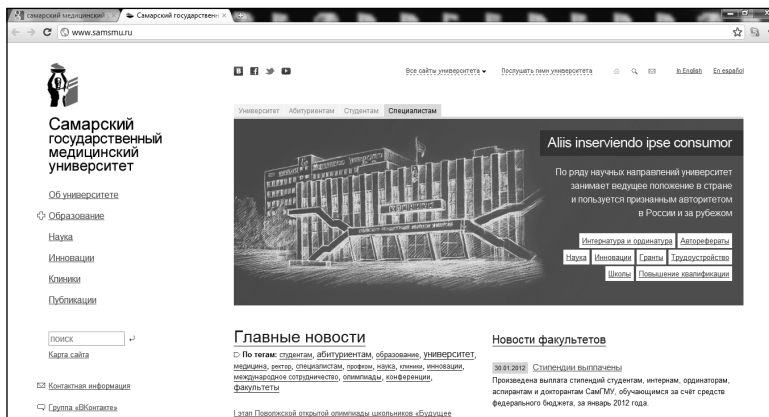


Рис.6.16. Сайт Самарского бюджетного государственного медицинского института

Важную роль в деятельности медицинского работника имеет поиск библиографических данных. В Интернете есть немало серверов, обслуживающих запросы по медицинской литературе. В Российской национальной библиотеке (Санкт-Петербург) (<http://www.nlr.ru>) существует стройная систем электронных каталогов, облегчающих поиск необходимой литературы. Еще одна электронная база данных литературы создана Государственной центральной научной медицинской библиотекой России (<http://www.scsml.rssi.ru>). Наиболее мощной медицинской библиотекой, осуществляющей свою деятельность в Интернете, является Национальная медицинская библиотека США (*NLM*) (<http://www.nlm.nih.gov>). На ее базе создана крупнейшая в мире информационная база *MEDLINE*.

MEDLINE имеет более 7 млн. ссылок на более чем 3500 медицинских журналов, что составляет около 80% от всех мировых медицинских изданий. В частности, в ней представлены все ссылки из трех ведущих мировых библиографических справочников:

Index Medicus, Index to Dental Literature, International Nursing Index. Система *MELINE* доступна в четырех вариантах: *Medline Current* – содержит последние библиографические данные и доступна только через Интернет, *Medline Express* – сокращенный вариант, без рефератов, распространяется на трех CD-ROM, *Medline Standard* – максимально полный вариант, *Medline Professional* – содержит ссылки из 320 медицинских журналов.

Доступ в *MEDLINE* осуществляется со многих серверов. Национальная медицинская библиотека США (NLM) организовала доступ в *MEDLINE* с помощью двух различных служб: *PubMed* и *GratefulMed* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), (<http://www.igm.nlm.nih.gov>). Помимо указанных служб бесплатный доступ в *MEDLINE* организован с серверов *Biomednet* (<http://www.biomednet.com>) и *MedScape* (<http://www.medscape.com>).

В последние годы в связи с бурным развитием планшетных компьютеров и ридеров появилось электронные библиотеки (e-library), представляющие возможность скачивать медицинскую литературу (e-book) через Интернет.

Большое распространение в Интернете получили социальные сети. Социальная сеть это интерактивный многопользовательский web-сайт, который поддерживается самими участниками компьютерной сети. При этом связь осуществляется посредством веб-сервиса, электронной почты или мгновенного обмена сообщениями. В настоящее время наиболее распространены русскоязычные сети ВКонтакте, Мой Круг, Мой Мир@mail.ru, Одноклассники.ru, ЖЖ, В кругу друзей. Среди англоязычных сетей наиболее популярны Facebook, Twitter, MySpace. Все они имеют русскоязычный интерфейс.

6.4.1. Электронная почта (E-Mail)

Электронная почта относится к одному из наиболее распространенных ресурсов Интернета. Ее преимуществом является быстрота доставки корреспонденции, низкая стоимость. По электронной почте можно отправить, кроме документов, любую сопроводительную информацию – графики, фотоотпечатки, медицинские изображения и другие данные.

При работе с электронной почтой важным моментом является правильный выбор *почтового клиента* – специальной программы,

обслуживающей электронную почту. Из-за большой распространенности в нашей стране операционной системы Windows наибольшую популярность приобрели почтовые клиенты *Microsoft Outlook Express* и *Microsoft Outlook*, которые автоматически поставляются потребителю вместе с указанной операционной системой.

Электронная почта обычно работает по двум протоколам: для отправки почты используют протокол *SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)*, для приема – протокол *POP3 (Post Office Protocol)*. Альтернативой протокола POP3 является протокол *IMAP (Internet Message Access Protocol)*. Он позволяет сохранять почтовые сообщения на почтовом сервере. Это очень выгодное преимущество данного протокола, так как позволяет работать с корреспонденцией, находящейся на почтовом сервере, с любого компьютера – на работе, дома, в любом другом месте, имеющим доступ к Интернету.

Адрес электронной почты обычно состоит из трех составных частей: имени компьютера пользователя, имени почтового сервера и указания домена (или доменов), к которым принадлежит почтовый сервер. Так, например, почтовый адрес *E-mail* может иметь следующий вид:

ipk@info.sam.ru .

В этом адресе *ipk* – идентификатор компьютера пользователя, *@ (at)* – признак электронного адреса, *info* – почтовый сервер, к которому прикреплен пользователь, *sam* – домен второго уровня (обычно обозначающий город, в нашем примере – город Самара), *ru* – домен верхнего уровня, обозначающий Россию.

Правила и приемы подсоединения компьютеров к провайдеру, а также настройка клиентских программ и особенности работы с почтой *E-mail* достаточно полно изложены в доступной специальной литературе. Кроме обмена сообщениями между удаленными участниками, электронная почта постепенно находит распространение при обмене электронными документами и сообщениями внутри организации, конкретно между сотрудниками лечебного учреждения или управления органами здравоохранения. Для создания службы обмена электронными сообщениями прежде всего создается корпоративная сеть (рис.6.17), которая в своем составе должна иметь два сервера: *почтовый* и *обмена*.

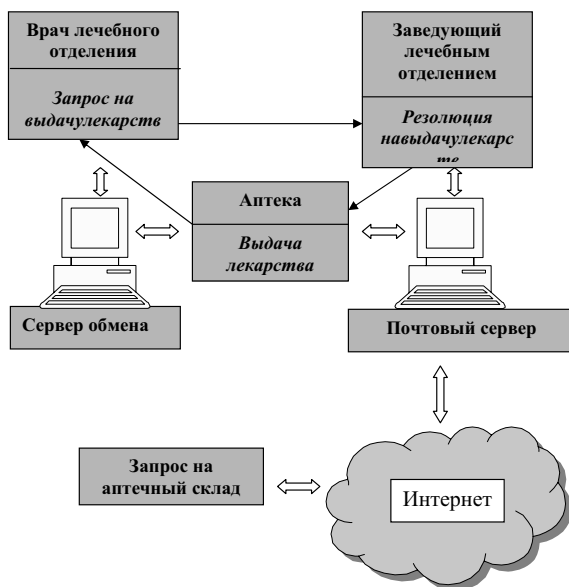


Рис. 6.17.

Почтовый сервер предназначен для взаимоотношения корпоративной сети и Интернета. Он обслуживает почту, входящую в корпоративную сеть из Интернета, и почту, исходящую из корпоративной сети во внешний мир. *Сервер обмена* занят в основном обслуживанием клиентов, входящих в состав корпоративной сети. Создание корпоративных сетей и передача по ним электронных сообщений позволяет в значительной степени оптимизировать работу медицинского учреждения, разгружает телефонные линии и кроме того быстро передает необходимую документацию, скрепленную электронной подписью ответственного лица.

6.4.2. Списки рассылки (Mail List)

Списки рассылки относятся к весьма практикуемым средствам получения специальной медицинской информации через Интернет. Идея этого сервиса состоит в том, что некая заинтересованная группа людей оповещается об одном (и едином) адресе электронной

почты. Письмо, направленное на этот адрес, будет получено всеми пользователями, подписавшимися на данный предмет их интереса. Списки рассылки обычно конфиденциальны. Администратор списка строго следит за количеством и составом подписчиков.

Каждый список рассылки ведется какой-либо организацией, наиболее компетентной в данном вопросе. В медицинской практике списки рассылки создаются довольно в характерных ситуациях. Во-первых, такие списки позволяют быстро и эффективно знакомить заинтересованных лиц с новыми разработками в сфере лекарств или медицинских технологий, делать коммерческие предложения по тому или иному продукту. Во-вторых, списки рассылки могут быть созданы для кратковременного и оперативного обсуждения какого-либо актуального вопроса среди ограниченного круга людей.

Обычно списки рассылки обслуживаются на сервере специальной программой, которая помимо почтовых функций, выполняет и другие: ведет архив сообщений, регистрирует автоматическую подписку новых клиентов и отказ прежних. Она осуществляет также обработку и коррекцию почтовых ошибок. Особенностью данного сервиса является то преимущество, что посланные письма по указанному адресу хранятся на сервере достаточно долго, пока не будут прочитаны адресатом.

6.4.3. Служба телеконференций (Usenet)

При этом сервисе Интернета одно сообщение отправляется не одному клиенту, а большой группе пользователей. Такие совокупности клиентов называются *группами новостей*, или *телеконференциями*. Технология рассылки сообщений телеконференции состоит в том, что сообщение, направленное на сервер группы новостей, рассылается по другим серверам, на которых это сообщение отсутствует. На этих серверах сообщение хранится непродолжительное время (обычно несколько дней), в течение которого *любой* желающий может с ним ознакомиться. Распространяясь почти моментально такое сообщение менее, чем за сутки охватывает весь земной шар. Далее оно затухает.

Обычно сообщения группируются по тематическим зонам интереса. В настоящее время в мире насчитывается выше 100 тыс. тематических групп новостей. Из них около 10 тыс. связаны с медициной.

Основная идея данного сервиса Интернета – задать вопрос «всему миру» и получить ответ (или совет) от тех людей, кто в данном вопросе осведомлен. При этом, разумеется, нужно следить за тем, чтобы содержание вопроса соответствовало теме конференции.

Ведущие специалисты мира, посещая телеконференции, осуществляют *мониторинг информации*, который более оперативно оповещает их обо всех новинках по их специальности. Посещение телеконференций, конечно же, не может заменить чтение свежей периодической печати или личное общение, но все же является одним из эффективнейших средств коммуникаций специалистов.

При общении в группе новостей рекомендуется указывать свой электронный почтовый адрес. Если по каким-либо причинам этот адрес указывать нецелесообразно, можно арендовать адрес на одном из серверов бесплатных почтовых служб. Для того чтобы упорядочить объем новостей, поступающих в почтовый ящик, производится предварительный отсев ненужной или малозначимой информации. В качестве подобного фильтра может выступать либо человек, либо специальная программа. Такие конференции называются *модерируемыми*, люди, занимающиеся фильтрацией информации – *модераторами*, а программы – *автоматическими модераторами*.

6.4.4. Служба передачи файлов (FTP)

Служба *ftp* предназначена для приема и передачи файлов значительных размеров – программ книг, баз данных и др. Часто такие файлы передаются в запакованном виде. Акроним *ftp* имеет много значений. Это – специальный протокол передачи файлов (*File Transfer Protocol*), название программы-утилиты из прикладного программного обеспечения Windows, указатель доступа, указатель в адресе URL. Это также – специальный *ftp-сервер* или группа серверов, которые управляют *ftp-архивами*. Некоторые браузеры WWW имеют в своем составе программу, способны работать по протоколу *ftp*.

Для доступа на *ftp-сервер* необходимо идентифицировать клиента, т.е. свой компьютер, указав собственно входное имя (*login*) и пароль (*password*). Это необходимо сделать при обращении к ка-

талограм с файлами, имеющими ограниченный доступ пользователей. Существуют большое число каталогов «для всех». На запрос входного имени нужно указать слово *anonymous*, на запрос пароля достаточно ввести любой фрагмент электронного адреса, например, *inao@*.

Протокол *ftp* поддерживает поиск файла на файловом сервере. Он позволяет передавать также группы файлов, вложенные в папки, предварительно сжав их при пересылке. Необходимо отметить, что доступ к *ftp*-данным возможен при сеансе из командной строки MS-DOS.

6.4.5. Служба ICQ

Название службы *ICQ* является акронимом английского выражения *I seek You – я ищу тебя*. Она предназначена для быстрого обмена сообщениями между двумя пользователями, одновременно подключенными к Интернету. Поскольку в большинстве своем пользователи имеют лишь временный (динамический) IP-адрес, действующий только на период связи с провайдером, создается дополнительный канал идентификации. Для пользования службой *ICQ* пользователю необходимо зарегистрироваться на центральном сервере этой службы (<http://www.icq.com>) и получить персональный идентификационный номер *UIN* (*Universal Internet Number*), который нужно сообщить всем своим партнерам по контактам. Поскольку каждый член относительно замкнутого сообщества знает номер *UIN* всех своих партнеров, можно через центральный сервер *ICQ* запросить связи с любым партнером, сообщив на сервер лишь требуемый идентификационный номер, либо отправить по данному номеру этому партнеру свое сообщение.

6.4.6. Телемедицина

Телемедициной называется использование ресурсов Интернета для решения медицинских задач. Во многих медицинских информационных системах, как правило, существуют приложения, поддерживающие данный вид сервиса. В связи с бурным развитием мобильной связи через Интернет телемедицина получает

все большее и большее распространение. К настоящему времени сложились и успешно функционируют следующие направления телерадиологии.

1. Дистанционная консультация. Она осуществляется с помощью специальных аппаратно-программных модулей, веб-камер или электронной почты.
2. Дистанционное образование. В Интернете имеется большое число специальных медицинских порталов, электронных учебников, образовательных сайтов по медицине.
3. Научная медицина. Она включает в себя участие в форумах, ведение блогов, мониторинг конгрессов и семинаров, публикацию электронных версий научных статей, тезисов, рефератов.
4. Личные контакты врачей: социальные сети, технология P2P.
5. Дистанционная работа «на дому». Новый, набирающий силу вид трудовой деятельности врачей. Это – консультации, выполнение отчетов, подготовка документов. Наконец, т.н. аутсорсинг – ведение с домашнего компьютера бизнес-проектов по медицине.
6. Использование центральных ресурсов Интернета для расширения функциональных возможностей локальных компьютерных сетей, персональных компьютеров и рабочих станций – т.н. «облачная технология».
7. Использование Интернета для контроля над медицинским оборудованием с сайтов фирм-производителей.

В настоящее время все большее распространения получает система фриланс (от англ. *freelancer* – свободный копьеносец, наёмник; в переносном значении – вольный художник). Суть ее состоит в выполнении работы на дому, используя персональный компьютер и Сеть. Имея дело с медицинскими данными, врач может в ряде случаев, находясь в домашних условиях, проводить консультации дистанционно через Интернет. Существует еще один тип работы через Интернет – аутсорсинг (от англ. *outsourcing*: *outer-source-using* – использование внешнего источника или ресурса). При нем исполнитель берет на себя выполнение всего проекта в целом, например, подготовку отчета, монографии или создание компьютерной программы

6.4.7. IP-телефония

Эта услуга Интернета начинает широко внедряться в повседневную жизнь российских граждан, в том числе связанных с медициной. Особенно привлекателен этот способ речевой связи при междугородних и международных разговорах, где ее услуги существенно дешевле. При этом передача сигнала идет не по телефонной сети общего пользования, а через сеть Интернет. Используются также локальные, корпоративные и интрасети. При этом основой связи служит протокол *TCP/IP*.

Суть IP-телефонии состоит в создании специальных шлюзов между традиционной телефонной сетью и средой Интернет. Эти шлюзы носят название VoIP.

При использовании IP-телефонии можно звонить по обычному телефону. При этом шлюз присоединяется с одной стороны к АТС или телефонной сети, а с другой стороны – к Интернету. После набора номера вызываемого абонента этот шлюз отыскивает IP-адрес другого шлюза, находящегося вблизи вызываемого абонента. Этот второй шлюз делает звонок к абоненту и связь устанавливается. При этом первый шлюз оцифровывает звуковой сигнал, сжимает его и вставляет в IP-пакеты. Удаленный шлюз (вызываемого абонента) проделывает аналогичные операции, но в обратном порядке, превращая компьютерный сигнал в речь. Обе операции происходят одновременно, что позволяет вести двусторонний разговор.

Существует безшлюзовый вариант IP-телефонии. В этом случае два пользователя, обладающие мультимедийными компьютерами, связываются между собою через провайдера. При этом оцифровка, сжатие и пакетирование сигнала происходит на компьютере за счет аппаратных и программных средств.

Возможны смешанные варианты связи «телефон-компьютер». В этом случае пользователь через мультимедийный компьютер подключается к центральному телефонному серверу или устройству автоматического распределения вызовов (ACD). Эти серверы поддерживают аудисвязь между абонентами.



Контрольные термины и понятия для самостоятельной проверки знаний

Понятие компьютерных сетей:

- *Состав компьютерных сетей.*
- *Сетевые службы.*
- *Администрирование сети.*
- *Виды медицинских компьютерных сетей.*
- *Международный институт стандартизации ISO.*

Локальные компьютерные сети:

- *Уровни локальных компьютерных сетей.*
- *Понятие протокола.*
- *Способы передачи информации на уровнях локальной сети.*
- *Понятие рабочей группы пользователей.*
- *Понятие домена.*
- *Структура домена локальной сети медицинского учреждения.*
- *Локальная сеть «шина».*
- *Локальная сеть «кольцо».*
- *Локальная сеть «звезда».*
- *Локальная сеть «иерархическая звезда».*
- *Сеть Wi-Fi.*
- *Сервер, его виды.*
- *Сервисные службы локальной сети.*
- *Почтовый клиент.,*

Специальные медицинские компьютерные сети:

- *Уровни компьютерных медицинских сетей.*
- *Автоматизированные информационные системы.*
- *Система информационных потоков в лечебном учреждении.*
- *Стандарты HL7 и DICOM.*
- *Локальная сеть PACS.*

Всемирная компьютерная сеть – Интернет:

- *Протокол Интернета.*
- *Способы подключения к Интернету.*
- *Понятие домена.*
- *Адрес URL, его структура.*

- *Медицинские базы данных*

Электронная почта:

- *Почтовые клиенты.*
- *Адрес электронной почты.*
- *Схема электронного документооборота в сети.*

Списки рассылки.

Служба телеконференций.

Служба передачи файлов.

Служба ICQ.

Всемирная паутина – WWW:

- *Понятие сайта.*
- *Браузеры.*
- *Адрес URL, его расшифровка.*
- *Классификация поисковых серверов (машин).*

IP-телефония.

Телемедицина:

- *Основные разделы телемедицины.*

Вопросы для самоконтроля

1. Каковая структура компьютерных сетей?
2. Каковы уровни локальных компьютерных сетей?
3. Виды медицинских компьютерных сетей?
4. Какие существуют способы передачи информации на уровне локальных сетей?
5. Кто входит в рабочую группу пользователей?
6. Что такое доменная система, назовите ее структуру?
7. Перечислите виды локальных сетей.
8. Какие существуют уровни медицинских компьютерных систем?
9. Какое назначение имеет сервер, его виды?
10. Какое назначение у стандартов DICOM и HL7?
11. Структура локальной системы PACS ?
12. Какие службы входят в Интернет?
13. Какова структура адреса электронной почты?
14. Какова структура адреса URL?
15. Что входит в понятие «Телемедицина»?

Тестовые задания

Первый уровень

1. Домен – это:
а – адрес в Интернете;
б – протокол связи;
в – браузер;
г – зона Интернета.
2. Локальная сеть «типа звезда» – это:
а – соединение компьютеров в цепочку;
б – соединение компьютеров по их сложности;
в – соединение каждого компьютера с единым сервером;
г – последовательное соединение компьютеров.
3. Служба передачи файлов – это:
а – обслуживание электронной почты;
б – тип соединения компьютеров в сеть;
в – разновидность телемедицины;
г – вид почтового клиента.
4. Адрес электронной почты включает в себя:
а – имя пользователя;
б – фамилию пользователя;
в – условное имя компьютера пользователя;
г – домашний адрес пользователя.

Второй уровень

1. Название домена обозначает ...
2. Почтовый клиент – это ...
3. Служба телеконференций – это ...
4. Списки рассылки – это ...
5. Электронная почта – это...
6. Служба передачи файлов – это ...
7. Сайт – это...
8. IP-телефония – это ...
9. Интернет – это...
10. Всемирная компьютерная сеть – это ...

Третий уровень

1. Охарактеризуйте доменную структуру Интернета.
2. Какие программы обслуживают Интернет?
3. Открытые стандарт и протоколы передачи данных.
4. Телемедицина, ее назначение.
5. Основные типы соединения компьютеров в локальную сеть.
6. Современные возможности Всемирной паутины WWW.
7. Какие базы данных существуют в Интернете, имеющие отношение к медицине?
8. Сетевые службы, их администрирование и правила работы в них.
9. Локальные сети для передачи медицинских изображений.
10. Система электронного документооборота в лечебном учреждении.

Глава 7

КОМПЬЮТЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Работа с компьютером требует соблюдения определенных правил, направленных на безопасность работы с ним и сохранение имеющейся в нем информации. Вкратце все правила могут быть систематизированы следующим образом:

- *защита информации от несанкционированного доступа,*
- *сохранение надежности работы компьютера,*
- *сохранение информации при внезапном нарушении работы компьютера,*
- *антивирусная защита,*
- *соблюдение правил личной гигиены при работе с компьютером,*
- *сохранение тайны переписки при электронной связи,*
- *защита информации в браузерах Интернета.*

7.1. ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ ОТ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВИРУСОВ

По данным международного института компьютерной безопасности ISCA, компьютерные вирусы являются причиной потери более 40% данных в информационных системах. При этом особенно велики потери информации в локальных и корпоративных сетях, подключенных к Всемирной паутине, где эти потери из-за вирусных атак достигают 50–60%, а в денежном эквиваленте – сотен миллионов долларов. Ежегодно появляются десятки новых неисследованных вирусов, противоядие к которым бывает найти не так-то просто и быстро. Можно выделить четыре основных пути «заражения» компьютера вирусом:

- *через съемные электронные носители информации (оптические диски, выносные винчестеры, флэш-карты);*

- *через загрузку FTP-файлов;*
- *через загрузку электронной почты;*
- *через программу, связывающую локальную или корпоративную компьютерную сеть.*

Компьютерный вирус представляет собой программный код, который встраивается в другую программу или документ и, попадая на компьютер, производит в нем несанкционированные действия. Существует несколько типов вирусов:

- *программные вирусы;*
- *загрузочные вирусы;*
- *«троянские кони»;*
- *макровирусы;*
- *полиморфные вирусы;*
- *вирусы-шпионы (spy ware).*

Программные вирусы – это блоки программ, встроенные в программные приложения или документы. При запуске компьютера вирусы вызывают первоначально скрытые от пользователя изменения в файловой структуре жестких дисков. Кроме того, вирус при работе компьютера может неоднократно воспроизводиться в других программах. Этот процесс называется *размножением вируса*. По прошествии некоторого времени размножившийся вирус переходит к разрушительным действиям – обычно выводится из строя файловая структура диска. Некоторые вирусы приводят к разрушению системного сектора жесткого диска, без которого вся хранящаяся на нем информация становится попросту недоступной. Подобное нашествие вируса на системный сектор жесткого диска носит название *вирусной атаки*.

В принципе считается, что программный вирус не может повредить аппаратную часть компьютера. Здесь, правда, существует одно исключение. Некоторые вирусы способны повредить базовую систему ввода-вывода (*BIOS*), если она представлена в виде модуля в перезаписываемом постоянном запоминающем устройстве (так называемая *флэш-память*). В таких случаях, чтобы восстановить работоспособность компьютера, необходимо либо поменять эту микросхему, либо заново переустановить на ней программу с помощью специального устройства – *программатора*.

Обычно программные вирусы проникают в компьютер при использовании непроверенных сменных магнитных носителей, имеющих контрафактные («пиратские») программы и данные, что в нашей стране является почти повсеместным. Часто вирусы проникают через Интернет или корпоративную сеть. Самый распространенный путь попадания вируса в компьютер – электронная почта и перекачка FTP-файлов. Нередко вирус вкладывается в письмо с рекомендацией вскрыть и прочесть его. При этом в качестве приманки указывается интересный вложенный файл. Это так называемые *тройские вирусы*, или *тройницы*.

Загрузочные вирусы поражают в основном системные области дисков, как жестких, так и мягких. Их особенностью также является способность этих вирусов проникать в оперативную память компьютера. Заражение данным вирусом происходит при попытке загрузить компьютер со сменного магнитного носителя. Обычно он гнездится в системном секторе носителя.

Макровирусы, как правило, поражают те документы, при выполнении которых была использована технология макрокоманд, например, в приложение *MS Word*. Отличительной чертой таких документов является расширение *.doc*. Заражение компьютера данным вирусом происходит в том случае, если при запуске приложения с данным расширением не была выключена возможность выполнения макрокоманд.

Особую разновидность составляют *полиморфные вирусы*. Они обладают свойством менять свой код при каждом запуске компьютера. Еще один вид вирусов – невидимки. Они подменяют собою обработчиков прерываний и скрываются таким путем в оперативной памяти. Результаты работы таких вирусов могут быть как относительно безобидными, так и весьма разрушительными для хранящейся в компьютере информации.

Вирусы-шпионы (spy ware) проникают в компьютер незаметно и в принципе существенно не нарушают его работу. Однако они обладают одним не совсем приятным свойством: попав в компьютер, они сигнализируют создателю вируса обо всех особенностях компьютера, произведенных в нем учетных записей и наиболее часто посещаемых сайтах Интернета. Считается, что в настоящее время вирус-шпион присутствует в 90% компьютеров, имеющих

связь с Интернетом. Заслуживает внимания и тот факт, что, по последним данным, эти вирусы могут указывать на *месторасположение* компьютера.

В последнее время появились сообщения о вирусах, поражающих *смартфоны* – симбиоз карманного компьютера и телефона, имеющего удаленный тип выхода в Интернет.

Существует три принципиально важных уровня защиты компьютера от вирусов. Это предотвращение:

- 1) *их попадания на компьютер;*
- 2) *купирование вирусной атаки;*
- 3) *уменьшение разрушительных действий вируса.*

Основным средством защиты информации при попадании вируса в компьютер является *резервное копирование*. При этом в зависимости от объема и важности информации производят одну или две синхронные копии на внешних магнитных носителях. Необходимо также отдельно сохранять все сетевые регистрационные и парольные службы.

При работе в Интернете следует выработать в себе интуитивный навык: *не вскрывать неизвестные письма*, как бы заманчивы не были их предпосылки. И самое главное в деле охраны информации при работе в Интернете. Несмотря на кажущийся хаос, беспрецедентные размеры Всемирной паутины, а также правовые недостатки службы Интернета следует всегда помнить о том, что каждый выход на какой угодно сайт, каждое обращение к ресурсам Интернета всегда учитывается специальными службами слежения, которые зачастую опознают пароль и локализацию пользователя. В менеджменте существует понятие *«таргет-маркетинг»* («целевой маркетинг») – опознание пользователя компьютера и его доминирующих интересов на основе учета наиболее часто посещаемых им сайтов и навязывание ему в дальнейшем адресных (и зачастую ненужных) торговых или информационных услуг.

Кроме индивидуальной «чистоплотности» существует достаточно много программных средств защиты компьютера от вирусов.

1. *Создание образа жесткого диска на внешних магнитных носителях.* Это позволяет при выходе из строя системной области жесткого диска вследствие разрушительного действия вируса восстановить значительную часть потерянной информации.

2. *Регулярное сканирование жестких дисков.* Оно проводится, как правило, автоматически при каждом включении компьютера или обращении к приводу внешнего магнитного носителя. Обычно сканирование проводится по *названию сигнатур* (чтобы выявить неизменяемый код вирусов), по определению *контрольной суммы* и *размера файлов*, имеющих на компьютере, либо по так называемому *эвристическому методу*. Такие подробности в деталях сканирования важны, чтобы понять, что сканирование – не панацея. Оно эффективно лишь тогда, когда регулярно (по крайней мере, раз в месяц или даже чаще) обновляются антивирусные пакеты. На сегодняшний день существует множество антивирусных программ. Среди них самыми популярными являются: *антивирус Касперского, NAI McAfee, Dr Web, Norman Virus Control, Command Antivirus* и некоторые другие.
3. *Внимательный контроль пользователя при обращении к жесткому диску.* Необходимо соблюдать все правила предосторожности, которые информируют пользователя в открываемом диалоговом окне.

Защита информации в *браузерах* Интернета осуществляется настройкой компьютера к ограничению доступа к несанкционированным ресурсам. *Важным средством защиты компьютеров от попадания в них вирусов являются сетевые экраны и другие антивирусные средства, установленные на центральных серверах провайдеров интернет-услуг.*

Определенное значение для сохранения информации в компьютере имеет регулярное использование источников бесперебойного питания (UPS), которые защищают компьютер от непредвиденных бросков напряжения в электросети, нестабильности энергопитания или даже его полной потери. Самый простой и дешевый *UPS (off-line)* содержит подавитель импульсов и радиочастотный фильтр. Лучшее качество (и более высокую цену) имеет *UPS on-line*. Самыми надежными и популярными являются *интерактивные UPS*. Особенно важно использовать UPS при работе с ценной информацией, а также на серверах, где даже кратковременные перебои с энергопитанием могут привести к невозможным потерям информации.

7.2. БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ С КОМПЬЮТЕРОМ

Для медицинского работника важным моментом компьютеризации лечебного учреждения и вообще работы с компьютером имеют вопросы безопасности при эксплуатации компьютерных систем. Каждый компьютерный комплекс имеет *гигиенический сертификат*, утверждаемый в России Центром Госсанэпиднадзора. К контролируемым физическим факторам компьютерного комплекса (системный блок и монитор), кроме электрической безопасности, относятся: напряженность магнитного поля, напряженность электростатического поля, радиационный выход монитора, уровень электростатического потенциала и уровень звука, создаваемого системным блоком.

Особое внимание уделяется культуре и правилам работы с монитором, ибо нагрузка на зрительный анализатор при этом достаточно велика. Прежде всего, следует обратить внимание на качество изображения. Здесь важная роль отводится заводу-изготовителю мониторов. Есть, однако, некоторые объективные факторы, по которым можно судить о качестве монитора: диаметр экрана ЖК-монитора не должен быть менее *17 дюймов*, а для рабочих станций, связанных с медицинскими изображениями, этот диаметр должен составлять обязательно *19–21 дюйм*.

Предпочтительный режим цвета – *true color*, размер шага – не более *0,24 мм*, частота регенерации кадров – не менее *85 Гц*. При возможности выбора следует отдать предпочтение LCD-мониторам. По ряду свойств они более благоприятны для зрительно анализатора: у них отсутствует эффект мерцания, меньше бликов, их отличает более высокая четкость изображения.

Освещенность рабочего места пользователя должно быть не меньше *300 люкс* (экран монитора должен быть освещен меньше – до *100–150 люкс*, или *25–30 fL*). Расстояние от глаз до экрана должно составлять *40–50 см*. В помещении следует проводить влажную ежедневную уборку. Экран монитора также необходимо протирать мягкой тканью. У *медицинских мониторов* повышенные требования: их яркость должна составлять не менее *250 fL*, разрешение – *2560x2048 пикселей*.

Необходимо соблюдать режим труда и отдыха. Общее время работы с компьютером в день не должно превышать шести часов. При этом каждые 50 минут необходимо делать перерыв на 10 минут и выполнять тренировку мышц глазных яблок (зрительная гимнастика).

Согласно гигиеническим правилам *СанПиН 2.2.2.542.96* Минздрава РФ для студентов разных лет обучения рекомендуется различное время работы с компьютером. На первом курсе – это 1 час в день. Далее нагрузка возрастает, но не более 2 часов в день. Существуют определенные требования к помещениям, в которых располагаются компьютерные системы. Они четко прописаны в вышеуказанном нормативном документе. Отметим лишь, что расстояние между двумя соседними мониторами не должно быть менее 1,2 м, площадь помещения на одного пользователя должна быть не менее 6 м², объем помещения – не менее 20 м³. Регулируется также высота компьютерного стола – он должен быть от 680 до 800 мм.

Необходимо также отметить *правильное расположение рук на клавиатуре* – с опорой на запястья. В противном случае при длительной работе за компьютером может развиваться заболевание сухожильных влагалищ в этой области – так называемый «туннельный синдром». В последние годы появились образцы эргономичной клавиатуры, снижающие утомление рук при работе на компьютере.

Поскольку компоненты оборудования для компьютерных систем поставляются в Россию преимущественно из-за рубежа, имеет смысл знать, что за рубежом тоже существуют стандарты по безопасности компьютерного оборудования (последние из них – *ТСО'95* и *ТСО'99*). Эти стандарты первоначально были разработаны Шведской Конфедерацией Профессиональных Коллективов Рабочих. Затем к ним присоединились другие организации – Шведское общество защиты природы, организации *NUTEK*, *SEMKO AB* и др. Указанные стандарты касаются работы всего компьютерного оборудования: монитора, системных блоков, клавиатуры и пр. Из потребительских свойств важно учитывать следующую зависимость (табл.7.1) (согласно *ТСО'99*):

По излучению ТСО'99 предъявляет к компьютерному оборудованию следующие требования:

- *рентгеновское излучение не должно превышать 5000 нано-Грэй в час,*
- *переменные электростатические и магнитные поля в диапазоне частот от 5 до 2 КГц – не должны превышать 10 В/м и 200 нТ, а в диапазоне от 2 до 400 КГц – не более 1 В/м и 25 нТ,*
- *электрический потенциал на поверхности ЭЛТ не должен превышать 500 В.*

Следует также учитывать определенные требования к оформлению и регулировке монитора: рамка, обрамляющая экран, не должна быть глянцевой, а иметь нейтральную серую окраску. Монитор должен быть установлен так, чтобы на нем не было бликов, и регулироваться по вертикали (*в пределах 20°*) и горизонтали (*в пределах 45°*). Средняя горизонтальная линия монитора должна находиться примерно на 10 градусов (10–15 см) ниже линия глаз. Расстояние от глаз до экрана должно быть не менее 60–70 см. Текст, который оператор читает на своем рабочем месте, должен быть расположен не ближе 33 см от глаз. При работе с монитором необходимо выполнять периодическую гимнастику для глаз: для этого следует поочередно фиксировать взгляд на ближнем и дальнем объектах, находящихся на расстоянии 3–5 м.



Контрольные термины и понятия для самостоятельной проверки знаний

- *Основные правила безопасности работы с компьютером.*

Защита информации от компьютерных вирусов:

- *основные пути заражения компьютерным вирусом,*
- *программные вирусы,*
- *вирусная атака,*
- *тройские вирусы,*
- *загрузочные вирусы,*
- *макрОВирусы,*
- *полиморфные вирусы,*

- *три уровня защиты компьютера от вирусов,*
- *программные средства защиты от вирусов,*
- *защита информации в браузерах,*
- *значение источников бесперебойного питания*

Безопасность пользователя при работе с компьютером:

- *Контролируемые физические факторы при работе с компьютерами,*
- *гигиенические требования, предъявляемые к рабочему месту пользователя компьютером.*

Вопросы для самоконтроля

1. Как осуществляется защита от компьютерных вирусов?
2. Какие типы компьютерных вирусов наиболее распространены в настоящее время?
3. Какие уровни защиты от вирусов имеет компьютер?
4. Какие программные средства защищают компьютер от вирусов?
5. Какие санитарные требования предъявляются к медицинским мониторам?

Тестовые задания

Первый уровень

1. Вирусы попадают в компьютер через:
 - а – электропитание;*
 - б – электромагнитные наводки;*
 - в – сеть Интернет;*
 - г – телефонную сеть.*
2. Программный вирус разрушает:
 - а – дискеты;*
 - б – дисководы;*
 - в – файловую структуру диска;*
 - г – офисные приложения.*
3. Удаление вируса из компьютера выполняется путем:
 - а – перезагрузки компьютера;*
 - б – выключение компьютера из электросети;*

в – с помощью специальных программ;
г – механическим путем.

4. Требования к медицинскому монитору:

а – диагональ экрана 15 дюймов;
б – яркость свечения экрана 25 fL;
в – яркость свечения экрана 250 fL;
г – шаг маски 0,32 мм.

Второй уровень

1. Загрузочные вирусы – это ...
2. Вирусы-шпионы – это ...
3. Программные вирусы – это ...
4. Антивирусные программы – это ...
5. Минимальный размер диаметра офисного монитора ...
6. Минимальный размер медицинского монитора ...
7. Предпочтительные режим цвета медицинского монитора ...
8. Освещенность на рабочем месте установки компьютера ..
9. Стандарты компьютерного оборудования ...

Третий уровень

1. Осветите основные правила работы с компьютером.
2. Как правильно организовать защиту компьютера от попадания вирусов?
3. Подробно расскажите о существующих программных вирусах.
4. Какие участки компьютера повреждают вирусы и как их восстанавливать?
5. Осветите санитарные требования при работе с компьютером.
6. Дайте подробную характеристику медицинским мониторам и сферы их применения.

Глава 8

МЕДИЦИНСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ КАК ОБЪЕКТ ИНФОРМАТИКИ*

Медицинское изображение – относительно новое понятие в медицинской диагностике. Это – собирательный термин, включающий в себя совокупность методических, методологических, понятийных и технологических вопросов.

Медицинское изображение (Medical Imaging) – это структурно-функциональный образ органов человека, предназначенный для диагностики заболеваний и изучения анатомо-физиологической картины организма. Иногда его называют также **диагностическим изображением (Diagnostic Imaging)**. Основными источниками для получения медицинских изображений являются методы лучевой диагностики – рентгенологический, магнитно-резонансный, радионуклидный и ультразвуковой. К этим изображениям можно отнести также оптические изображения, основанные на биолюминесценции и флюоресценции. Новым направлением в медицинской визуализации является оптическая когерентная томография (рис. 8.1), которая начинает широко применяться в офтальмологии.

По данным Института Здоровья США** в 2010 году в мире выполнено 5 млрд. диагностических изображений. При этом доза облучения населения составила 50% от всей совокупной дозы радиации***. В широком понимании термин *медицинское изобра-*

* Данный раздел подготовлен при содействии компании Сименс.

*** Roobottom C.A., Mitchell G., Morgan-Hughes G. Radiation-reduction strategies in cardiac computed tomographic angiography. Clin. Radiol. 2010; 65 (11): 859–867.

*** <http://www.sciencedaily.com/releases/2009/03/090303125809.htm>

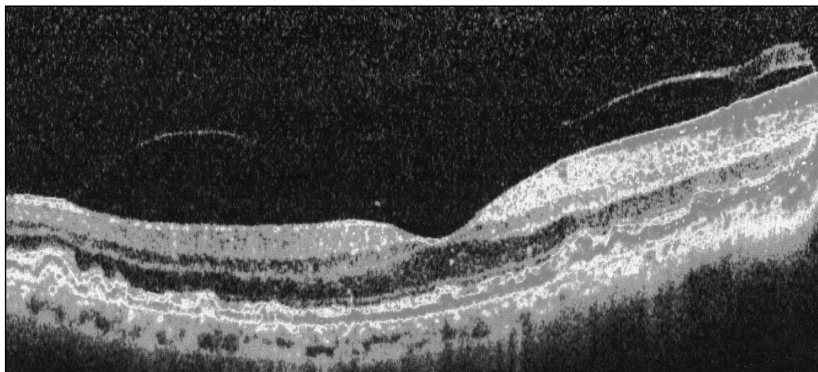


Рис.8.1. Оптическая когерентная томография глазного яблока. Видна слоистая структура сетчатки глаза и вдавление в ней – макула (желтое пятно). Пространственное разрешение визуализации 7 нм

жение включает в себя, помимо лучевых образов, также картины органов, получаемые другими физическими способами исследования: эндоскопическими, оптическими, микроскопическими, инфракрасными и пр. Заметим, что визуализацию органов, удаленных в процессе операции (например, рентгенографическую картину экстерпированной молочной железы) или изображение трупа на компьютерной томограмме («добродетельная аутопсия») нельзя считать медицинскими изображениями. Они относятся к другому разделу медицины – *патологии*. С другой стороны, некоторые функциональные данные, которые не имеют первоначального образа (например, ЭКГ или электроэнцефалограмма), но которые могут быть в процессе последующей компьютерной обработки представлены в виде карт с позиционированием исследуемых функциональных зон, можно рассматривать также как один из вариантов медицинских изображений. Многочисленные медицинские образы, независимо от способа их получения, могут быть объединены в две основные группы: *аналоговые и цифровые (дигитальные)*.

К аналоговым относятся такие *изображения*, в которых заключена информация непрерывного характера. Подобные изображения являются основными при восприятии человеком окружающего его мира. Всем аналоговым изображениям, включая меди-

цинские, свойствен ряд недостатков. В частности, затруднено их компактное хранение, обработка в соответствии с потребностями диагностики, передача от пользователя к пользователю. В аналоговых изображениях всегда присутствует много лишних сигналов, или шумов, которые ухудшают их качество.

Этих недостатков лишены *цифровые медицинские изображения*. Они имеют в своей основе ячеистую структуру (матрицу), которая содержит информацию об органе в виде набора цифр, полученных из датчиков диагностического аппарата. С помощью компьютера из сигналов, хранящихся в магнитной памяти, по сложным алгоритмам создается (реконструируется) изображение органов. Цифровые изображения характеризуются высоким качеством, отсутствием посторонних сигналов (шумов). Их легко сохранять в компактном виде на различных магнитных и оптических носителях, обрабатывать на компьютере и пересылать на большие расстояния по сетям телекоммуникаций. Необходимо подчеркнуть, что на современном этапе развития медицинской визуализации цифровые изображения становятся доминирующими в медицинской диагностике.

Аналоговые медицинские изображения могут быть преобразованы в матричные, и наоборот, матричные — в аналоговые. Оцифровку аналоговых изображений с твердых носителей и ввод их в память компьютера осуществляют с помощью сканеров. Для оцифровки пленочных рентгенограмм применяются транспарентные сканеры – дигитайзеры. У этих сканеров рабочий диапазон оптической плотности должен быть выше 3,0 D. В качестве оцифровочного устройства может быть использована также цифровая фотокамера. Основным способом оцифровки рентгеновского изображения с УРИ или оптической системы является ПЗС-матрица (прибор с зарядовой связью). Кроме того, цифровые рентгеновские изображения могут получаться путем прямой рентгенографии на плоских полупроводниковых детекторах – *ddR (digital direct Radiography)* либо на основе технологии пластин с запоминающим люминофором – *CR (Computer Radiography)*. Устройства для реализации технологии CR, также как и транспарентные сканеры, именуются *дигитайзерами*. В некоторых аппаратах для лучевой визуализации (гамма-камеры, ультразвуковые

аппараты) цифровые изображения получаются из аналоговых с помощью *аналого-цифровых преобразователей (АЦП)*.

Медицинские изображения в кардиологии собираются детекторами в точно заданные периоды кардиоцикла под управлением электрокардиограммы – т. н. ЭКГ-синхронизированные исследования. Таким путем осуществляются визуализацию сердца при рентгеновской компьютерной и магнитно-резонансной томографии, сцинтиграфии (ОФЭКТ и ПЭТ). Одновременно при этих исследованиях компьютер производит расчет и представление всех требуемых функциональных параметров сердечной деятельности (рис. 8.2).

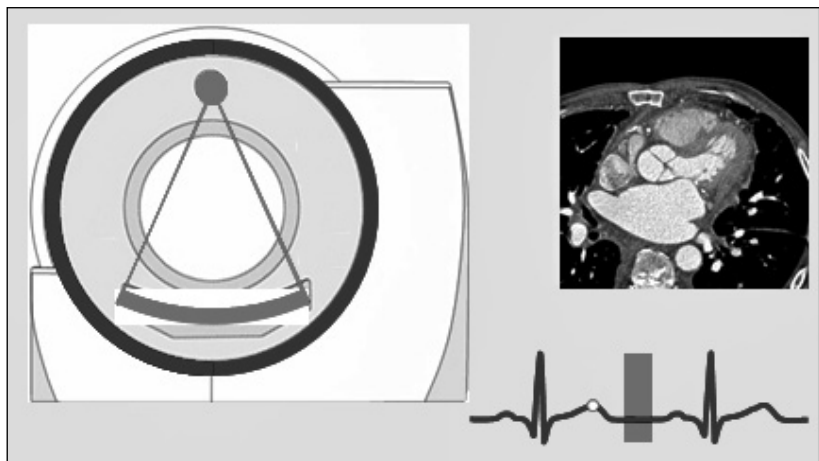


Рис.8.2. Сбор информации при компьютерной томографии, синхронизированной с ЭКГ. Аппарат включает в точно заданное время кардиоцикла – диастолу (прямоугольник на кривой ЭКГ)

Ниже сгруппированы медицинские изображения и методы лучевой диагностики, с помощью которых их получают.

Аналоговые изображения:

- традиционная пленочная рентгенография,
- линейная томография,
- аналоговая рентгеноскопия,

Цифровые изображения:

- цифровая рентгенография,

- цифровая рентгеноскопия,
- визиография,
- компьютерная рентгеновская томография,
- дентальная компьютерная томография,
- магнитно-резонансная томография,
- однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ),
- позитронная эмиссионная томография (ПЭТ),
- сонография,
- ультразвуковое доплеровское картирование,
- мультимодальные (сплавленные, или гибридные) изображения (КТ/ОФЭКТ, КТ/ПЭТ, МРТ/ПЭТ).

Представление диагностических изображений на дисплее может иметь двоякий характер. *Векторные изображения* состоят из набора элементарных линий и кривых, описываемых математическими формулами в виде объектов, называемых *векторами*. Последние имеют графическую характеристику и могут изменяться врачом в соответствии с выбранными программами без ухудшения качества изображения. К недостаткам векторных изображений относится необходимость значительных ресурсов адресуемой памяти компьютера.

Матричные изображения – основные в лучевой диагностике. Они имеют в своей основе растр, состоящий из большого числа ячеек – пикселей, либо, при объемном характере, – вокселей. Пространственное разрешение матричных изображений тесно связано с количеством содержащихся в них пикселей. Чем больше пикселей содержит изображение, тем лучше его качество. При обработке цифровых изображений, в частности при изменении его размера либо при воспроизведении его на принтере с низкой разрешающей способностью оно может деформироваться – появляется зубчатость контуров, пропадают мелкие детали. В отечественной рентгенологии данный факт наблюдается при попытках произвести бумажные копии при цифровой флюорографии и компьютерной томографии. Именно по этой причине (а также вследствие неизбежного при этом сужения фотографической ширины) оценку таких изображений нельзя признать корректной. Для представления указанных выше изображений в виде твердых копий единственным правильным решением является использо-

вания лазерных или инфракрасных камер. Отметим, что с помощью специальных компьютерных программ векторные изображения могут быть переведены в матричные и наоборот.

Каждому из элементов матрицы изображения на экране дисплея соответствует определенный участок адресуемой памяти. Таким образом, вся площадь растрового дисплея содержит совокупность пикселей, имеющую свою размерность. В медицинской диагностике экранная площадь дисплея обычно формируется в виде следующих матриц: 64x64, 128x128, 256x256, 512x512, 1024x1024, 2048x2048, 4096x4096 пикселей. Чем больше число пикселей, на которое разбивается экранная площадь дисплея, тем выше разрешающая способность системы отображения. Чем крупнее матрица изображения, тем более фрагментарным оно представляется наблюдателю (рис. 8.3). Но с увеличением числа пикселей в изображении возрастает емкость адресуемой памяти компьютера. А это неизбежно требует дополнительных аппаратных и программных ресурсов. Поэтому на практике выбирают оптимальный уровень размера матрицы, при котором сохраняется баланс между производительностью компьютера и приемлемым качеством изображения.

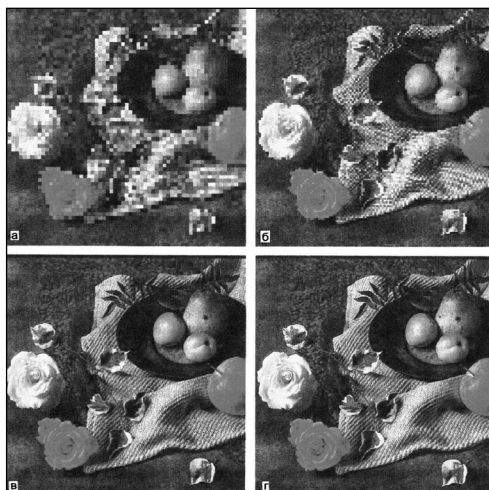


Рис.8.3. Влияние величины матрицы на качество изображения.

а - матрица размером 64x64; б - 128x128; в - 256x256;
г - 512x512 пикселей. С увеличением числа пикселей в матрице
качество изображения улучшается

Так, например, в радионуклидной визуализации – ОФЭКТ, ПЭТ, – при которой диагностическая информация носит, в основном, функциональный характер, отдают предпочтение крупным матрицам: 128x128 и 256x256. Таким способом освобождается оперативная память компьютера для выполнения сложных параметрических расчетов и построений. В цифровой рентгенографии, компьютерной и магнитно-резонансной томографии, при которых решаются диагностические задачи преимущественно структурного характера, применяются более мелкие матрицы: 512x512, 1024x1024. В цифровой маммографии применяются наиболее мелкие матрицы: 1024x1024, 2048x2048, которые обеспечивают высокое пространственное разрешение. Это имеет решающее значение при выявлении мелких кальцификатов и стромальных нарушений в молочной железе.

Сравнивая аналоговые и цифровые рентгеновские изображения, необходимо помнить, что все цифровые технологии получения рентгенограмм обеспечивают относительно невысокую разрешающую способность – в диапазоне 0,7-4,5 пар л./мм. Цифровая флюорография имеет разрешающую способность 4 пар л./мм. Только цифровая маммография обеспечивает высокое разрешение – до 10 пар л./мм. В то же время пленочная рентгенография имеет лучшую разрешающую способность: у системы экран-пленка – 8-10 пар л./мм, у безэкранной пленки высокого разрешения -15-20 пар л./мм.

Используемые в медицинской диагностике растровые изображения имеют не только различные размеры матрицы и, следовательно, количество находящихся в ней пикселей, но и различную структуру самого пикселя. Как известно, каждый пиксель изображения формируется в адресуемой памяти процессора различным числом бит – от 1 до 24. Чем большим количеством бит представлен каждый пиксел изображения, тем оно богаче по своим зрительным свойствам и тем больше информации об исследуемом объекте оно содержит (табл. 8.1). *Количество бит, содержащихся в одном пикселе, называют его глубиной.* Оптимальным вариантом черно-белого (палитрового) изображения является *однобайтный пиксель*, который содержит 256 градаций серого цвета: от белого – 0 ед. до черного – 256 ед. Это – т. н. *стандартная серая шкала*. Большая

глубина пикселя требует больше ресурсов компьютера, что сказывается на его конечной производительности. Поэтому в лучевой диагностике применяют различную глубину пикселя в зависимости от используемого метода и поставленной задачи (табл. 8.2).

Таблица 8.1

Глубина пикселей и ширина шкалы серого цвета

Глубина пикселя (бит)	Ширина шкалы серого цвета(ед.)
8	256
10	1024
12	4096
16	16384

Таблица 8.2

Глубина пикселей при различных цифровых методах лучевой диагностики

Метод исследования	Глубина пикселей (бит)
Сонография	6-8
Доплеровское картирование	12
Сцинтиграфия (ОФЭКТ/ПЭТ)	6-8
Рентгеноскопия	8
Рентгенография(ddR/CR)	10-14
Ангиография	10-12
Компьютерная томография	16
Магнитно-резонансная томография	16

Так, в ультразвуковой диагностике, которая решает, в основном, функциональные задачи, либо опознание сравнительно грубых морфологических структур, чаще используют 6-битный пиксель, у которого 64 оттенка серого цвета, реже – 8-битный с 256 оттенками серой шкалы. Доплеровское картирование требует большую глубину пикселя, вплоть до 12-битных, у которой имеется цветовая палитра, состоящая из нескольких миллионов оттенков цветовой гаммы.

В радионуклидной диагностике, где изображения решают главным образом функциональные задачи, применяют преимущественно 8-битный пиксель с 256 вариантами оценок уровней серой шкалы или цвета.

Системы медицинской диагностики для изучения структур имеют более мелкие матрицы: 256x256, 512x512, 1024x1024 пикселей (иногда и выше – до 4096x4096 пикселей). Для формирования таких образов при 8-битном пикселе нужно занять в памяти компьютера соответственно от нескольких сотен килобайт до 1-5 МБ памяти. Еще больше ресурсов компьютера расходуется при построении объемных (3D) изображение и особенно при создании потоков четырехмерной (4D) графики. Современные компьютерные томографы для выполнения одного исследования с потоковыми и трехмерными файлами (4-D) с цветовым кодированием данных требуют до 5 ГБ оперативной памяти компьютера. В некоторых системах для получения медицинских изображений принята воксельная (объемная) структура их образования и интерпретации. Размерность воксельной матрицы такая же, как и пиксельной: 256x256, 512x512 и т.д.

При цветном изображении наилучшим вариантом является *трехбайтный* пиксель, который содержит 16,7 млн. цветов (*стандарт RGB – Red, Green, Blue – красный, зеленый, голубой*). Однако такая палитра цветов требует большого объема памяти компьютера, поэтому в медицинской практике чаще применяют упрощенный, так называемый *индексированный, цвет – однобайтный*, который содержит 256 цветов. Он несколько хуже по качеству, зато намного рациональнее расходует память компьютера. Кроме того, он быстрее и проще передается по линиям компьютерной связи. И все же для ускорения передачи изображений и более рационального хранения в компьютерной памяти их сжимают (т.е. производят их компрессию) специальными программами в несколько раз, или архивируют. При обратном процессе – разархивации – качество изображения восстанавливается практически до исходного.

Каждое из цифровых изображений имеют свой формат. Формат *TIFF* предназначен для создания и хранения медицинских изображений высокого качества и используется главным образом при подготовке иллюстраций для печати в издательских машинах. Он поддерживает широкую палитру передачи цветов – от монохромного черно-белого до 32-разрядной цветной модели *СМУК* (специальный цветовой формат для полиграфии) и сжимается без потери данных.

Формат *JPEG* – основной формат, который предназначен для хранения растровых медицинских изображений. Он воспро-

изводит достаточно высокое их качество, позволяя его сжимать в несколько раз без ощутимой потери качества (рис. 8.4) за счет изъятия избыточной информации. Новый вариант этого формата (*JPEG 2000*) обладает более высокой способностью сжатия (до 100 степеней) без потери качества изображения.

Формат *GIF* отличается высокой степенью сжатия, однако со значительной потерей качества изображения, работает с фиксированным (256) количеством цветов. Он предназначен для передачи медицинских изображений в сети Интернет и поддержки телерадиологии. Формат *PNG* – распространенный формат работы с медицинскими изображениями в Интернете. Он поддерживает 8- и 24-битные цветные изображения и стандартную серую шкалу с 256 оттенками.

Формат *PDF* предназначен для хранения документа целиком, включая его текстовую и изобразительную часть. Благодаря мощному алгоритму сжатия он получил широкое распространение в Интернете при работе с материалами по медицинской, в том числе лучевой диагностике.

Формат *DjVu* создан специально для хранения сканированных документов — книг, журналов, рукописей, в которых присутствует обилие формул, схем, рисунков и рукописных символов. Данный формат передает все тонкости изображения и служит в основном для хранения и скачивание книг, атласов, учебников из электронных библиотек.

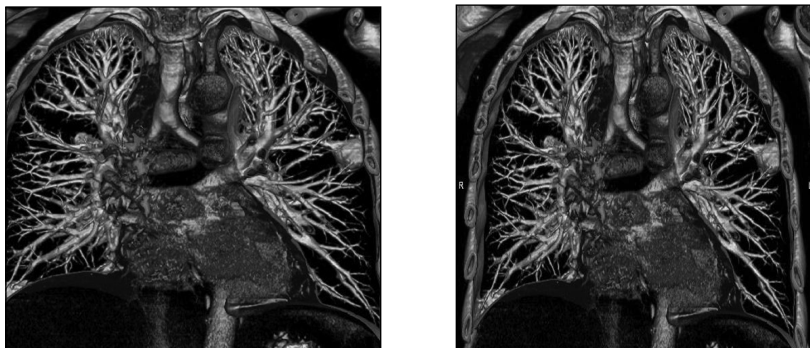


Рис.8.4. Компьютерная томография грудной клетки. Фронтальная реконструкция легочного рисунка: а - формат TIF;объем 1,07МБ; б - формат JPEG; объем 60,3 КБ. Потребительские качества изображения практически одинаковые

Существуют также внутренние форматы, которые создаются фирмами, разрабатывающими оборудование для медицинской диагностики. Однако независимо от типа оборудования и его происхождения, все аппараты для цифровой лучевой диагностики обязательно оканчиваются терминалом, поддерживающим стандарт *DICOM*.

Стандарт *DICOM* позволяет создавать, хранить, передавать и печатать все медицинские изображения, информацию о пациенте, выполненном исследовании, оборудовании, учреждениях и медицинском персонале, производящем исследование. По этому стандарту передаются медицинские изображения в сети *PACS* (архивация и передача медицинских изображений) и далее отправляются в *RIS* (радиологическую информационную сеть) и *HIS* (госпитальную информационную сеть).

Необходимо отметить, что в распоряжении врача обязательно должны быть программы-конвертеры, которые позволяют переводить медицинские изображения и сопровождающие их документальные данные из одного формата в другой: *PDF* в *WORD* и обратно, *DjVu* в *WORD*, *YouTube* в *AVI* и др. При работе с медицинскими изображениями следует также иметь в виду их переносимость на платформы *IBM PC* и *Apple Macintosh*. При необходимости следует воспользоваться программами-конвертерами.

Медицинские изображения могут существовать в двух вариантах: в виде *твердых копий* — рентгенограмм, отпечатков на бумаге, фотобумаге, лазерной пленке — и в *электронном виде* — на экране дисплея, магнитных носителях, оптических дисках и пр. Медицинские изображения можно разделить также на статические и динамические. Первые служат для оценки морфологии органов и развивающихся в них патологических процессов. Вторые — для преимущественного изучения функции органов. Поэтому они называются *функциональными*. Изучение функциональных изображений является одним из важнейших направлений современной медицинской диагностики. При этом можно выделить 4 типа таких изображений:

Функциональные изображения I типа — характеризуют двигательную активность органов (моторную, сократительную, эвакуаторную и др.);

Функциональные изображения II типа — характеризуют накопительно-экскреторную функцию органа;

Функциональные изображения III типа – отражают активность перфузионных процессов в органе;

Функциональные изображения IV типа – характеризуют метаболическую активность в биологических тканях.

Получить *функциональное изображение 1 типа*, т.е. исследовать двигательную активность органов, можно на дисплее рентгеновского или ультразвукового аппарата. На практике широко используется регистрация сократительной способности контрастированных пищевода и желудка на серии стоп-кадров, выполняемой в процессе рентгеноскопии (рис.8.5). Широко применяется изучение двигательной функции органов при сонографии. Двигательную функцию сердечной мышцы можно изучить с помощью КТ, МРТ и ОФЭКТ, которые выполняются с использованием кардиосинхронизаторов и специальных программных алгоритмов. Применение компьютерной технологии позволяет оценить сократительную функцию органов в количественных показателях.

Функциональные изображения II типа отражают накопительно-эскреторную функцию органа. С этой целью применяют маркеры (радиофармпрепараты или рентгеноконтрастные вещества), избирательно и быстро захватываемые из крови исследуемыми органами. Таким путем изучают, например, функцию печени, почек, желчевыведительной системы. Типичными примерами функциональных изображений этого типа является рентгенологическое исследование почек – урография (рис.8.6) и радионуклидное исследование гепатобилиарной системы – сцинтиграфия (рис. 8.7).

Функциональные изображения III типа – перфузионные. Они основаны на визуализации перфузии в капиллярном русле органа. Изображения подобного типа широко применяются в компьютерной томографии для определения структуры паренхиматозных органов и выявления в нем участков аномального кровотока. Так, локальное снижение мозговой перфузии, выявляемое при компьютерной томографии, может свидетельствовать об ишемии мозга – ишемическом инсульте (рис.8.8). Такое исследование является «золотым стандартом» диагностики этого заболевания. Снижение перфузии в легких при компьютерной томографии свидетельствует об ишемии легочной ткани вследствие тромбоэмболии эмболии легочной артерии (рис.8.9), а сердечной мышцы – об инфаркте миокарда (рис.8.10).

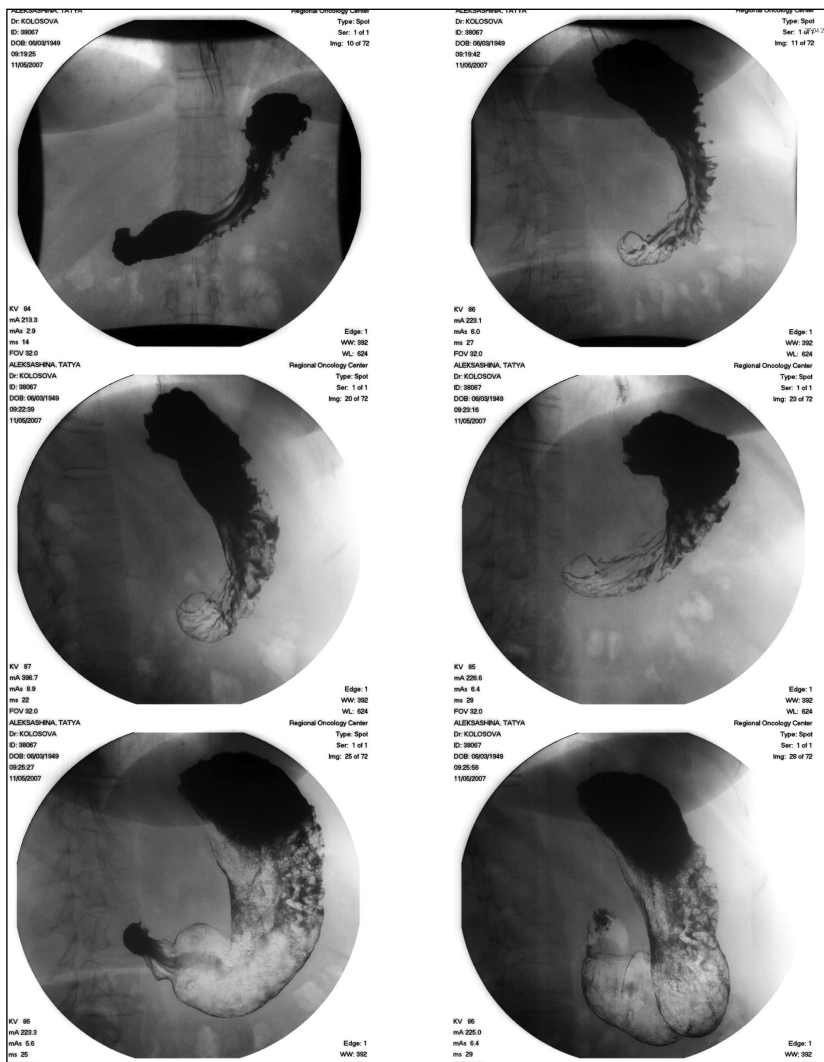


Рис.8.5. Функциональное изображение I типа.
 Видеокдры рентгенологического изображения желудка
 при прохождении по нему рентгеноконтрастногопрепарата

Некоторые заболевания, например опухоли, отображаются на компьютерных томограммах, наоборот, повышенным накоплением контрастного препарата (рис.8.11). Перфузионные изображения получают также при радионуклидной визуализации легких – сцинтиграфии в диагностике тромбоэмболии легочных артерий.

Функциональные изображения IV типа – метаболические – отражают состояние метаболизма в изучаемом органе. Они основаны на визуализации изменения тока жидкости с помощью магнитно-резонансной томографии во вне- или внутриклеточных пространствах, в частности при перехода тока жидкости из изотропного (линейного) в анизотропный (вихревой). Метаболическая МРТ основана на регистрации кислородного насыщения гемоглобина крови. При активизации функции нервных клеток возникает повышенное поглощение ими кислорода, что находит отображение на томограммах. Цветовое картирование функциональных МРТ позволяет получить изображение функциональных зон головного мозга, например, двигательной или речевой зоны (рис.8.12). МР-трактография используется для визуализации проводящих путей головного мозга в протоколе 2D-изображения (рис.8.13) и нервных пучков в протоколе 3D-изображения (рис.8.14). Метаболический характер имеют изображения,



Рис.8.6. Функциональное изображение II типа. Рентгенологическое исследование почек – урография

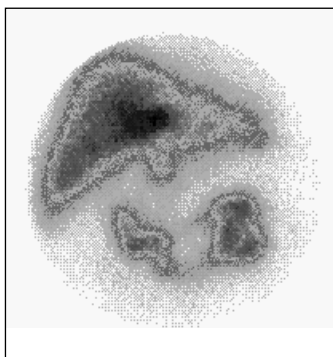


Рис.8.7. Функциональное изображение II типа. Радионуклидное исследование накопительно-выделительной функции печени (гепатобилиосцинтиграфия)

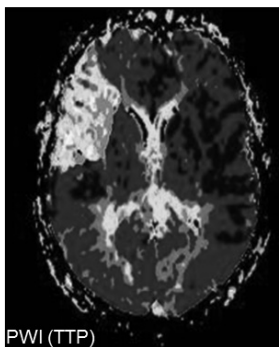


Рис.8.8. Функциональное изображение III типа. Перфузионная компьютерная томография головного мозга. Видна зона ишемии (инсульта)

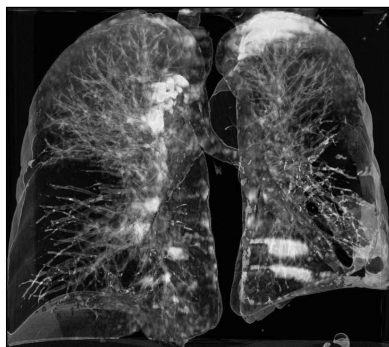


Рис.8.9. Функциональное изображение III типа. Перфузионная компьютерная томография легких. Видны темные зоны снижения кровотока в легких вследствие тромбоэмболии легочной артерии.



Рис.8.10. Функциональное изображение III типа. Перфузионная компьютерная томография сердца. Определяется зона ишемии сердечной мышцы – инфаркт

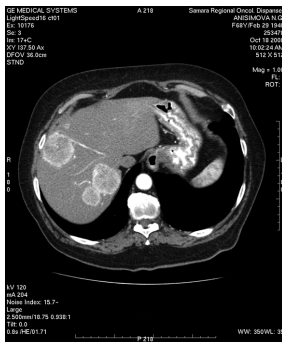


Рис.8.11. Компьютерная томограмма брюшной полости с контрастным усилением. Видны метастазы в печени

получаемых при радионуклидной визуализации – сцинтиграфии (рис.8.15) и позитронной эмиссионной томографии (рис.8.16). Метаболические изображения называют также (с некоторыми оговорками) *молекулярными* и *биохимическими*. При всех них осуществляется визуализация биохимических и молекулярных процессов

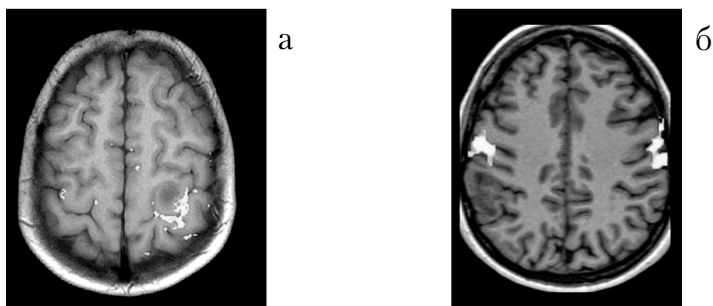


Рис.8.12. Функциональное изображение IV типа – метаболическое. Магнитно-резонансная томография головного мозга: активация двигательной зоны при движении рукой (а), при движении языка (б)

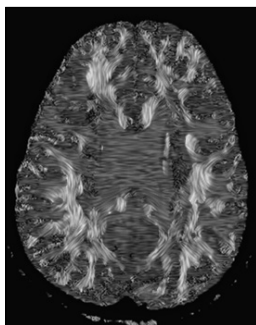


Рис.9.13. Функциональное изображение IV типа - метаболическое. Магнитно-резонансная томография головного мозга. Трактография. 2D-изображение нервных пучков головного мозга

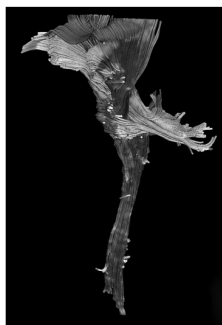


Рис.9.14. Функциональное изображение IV типа - метаболическое. Магнитно-резонансная томография головного мозга. Трактография. 3D-изображение нервных пучков спинного мозга

в живой ткани. Это нашло свое отображение в медицинской терминологии (например, журнал «Molecular Imaging and Biology», ассоциация «European Society for Molecular Imaging»).

По типу медицинских изображений можно выделить следующие группы:

- *Планарные изображения* – рентгенография, сцинтиграфия.
- *Послойные изображения* – линейная томография, КТ, МРТ, ОФЭКТ, ПЭТ, сонография, когерентная лазерная томография.
- *Трехмерные изображения* – 3D-rendering при КТ, УЗИ, МРТ.

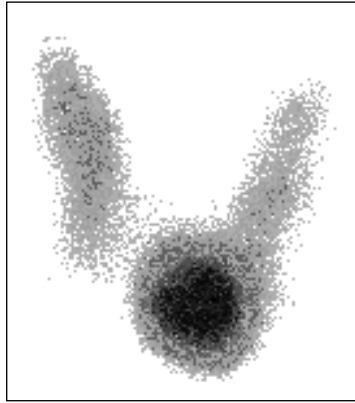


Рис.8.15. Функциональное изображение IV типа - метаболическое. Радионуклидная визуализация щитовидной железы. Виден активный узел гиперфиксации радиофармпрепарата токсическая аденома

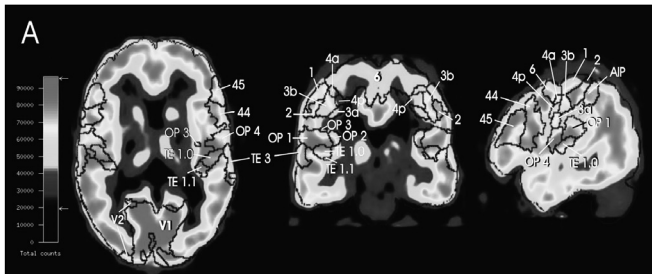


Рис.8.16.Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ) головного мозга. (<http://www.apple.com/science/medicine/medicalimaging/>). Цветовое картирование. Выделены активные зоны головного мозга

- *Четырехмерные изображения* (трехмерные изображения в реальном времени – потоковые файлы) – 4D-rendering при КТ, УЗИ, МРТ.
- *Энергетические изображения* (энергетический доплер, КТ с выделением изомерных по напряжениям потоков крови, сосудистых стенок).
- *Изображения с параметрическими эквивалентами* – МР-спектродография, остеоденситометрия.
- *Мультимодальные (сплавленные, гибридные) изображения* – ОФЭКТ/КТ, ПЭТ/КТ, ПЭТ/МРТ.

Все работы с цифровыми изображениями осуществляются с помощью специализированных компьютеров. Одни из них (управляющие компьютеры) служат для управления работы аппаратом и оформления документации о больном, другие (рабочие станции, или АРМ) – для обработки полученных изображений и выполнения врачебных заключений. Рабочие станции оснащены большим набором клинических и инструментальных программных приложений, которые предназначены для выполнения конкретных клинических задач в онкологии, кардиологии, акушерстве и др. Эти станции позволяют манипулировать с полученным массивом цифровых данных для проведения вычислительных работ, получения совмещенных и моделированных (3D) и (4D) изображений.

Существенным преимуществом цифровых изображений является возможность их компьютерной обработки. Первый этап такой обработки – *предварительный*. Его осуществляют во время сбора информации, т.е. в момент получения самого изображения. С этой целью проводят коррекцию изображения с целью «выправления» технических дефектов детекторов излучений, например неоднородности в чувствительности по полю большого сцинтилляционного кристалла гамма-камеры или линейки ультразвуковых датчиков. На этом же этапе осуществляют коррекцию физиологических факторов (дыхания, наличия маркера в окружающих тканях), которые ухудшают изображение. На некоторых аппаратах для визуализации подобные коррекции проводятся программно в автоматическом режиме, на других – управляются оператором.

Следующий этап обработки изображений – *аналитический*. Его проводят во время анализа изображений. Так, с целью улучшения качества изображения можно провести процедуру сглаживания, т.е. выравнивание неоднородностей, контрастирование органов путем отсекающего органа фона, который мешает зрительному восприятию исследуемого органа. Можно выполнить также цветовое кодирование изображения, что также улучшит качество его восприятия. С помощью специальных алгоритмов можно построить аксонометрическое, или псевдообъемное, и трехмерное изображение органа.

Своеобразной формой обработки изображения является «алгебра кадров»: сложение или вычитание нескольких изображений органа с помощью компьютера. Делается это, как правило, автома-

тически во время исследования. Таким путем, например, получают изолированное изображение сосудов при цифровой субтракционной и КТ-ангиографии (рис.8.17) или визуализацию ишемической зоны миокарда при контрастированной МРТ, выполненной по протоколу «обратного времени восстановления».

Многие современные аппараты для цифровой визуализации имеют встроенную систему анализа сигналов. Она позволяет уже на этапе сбора информации осуществлять ее компьютерную обработку в соответствии с заданными задачами исследования, т.е. *до вмешательства оператора* – технолога, лаборанта, врача. Это в значительной степени облегчает работу персонала и повышает эффективность диагностического метода. Такая система получила название «*коррекция in line*».

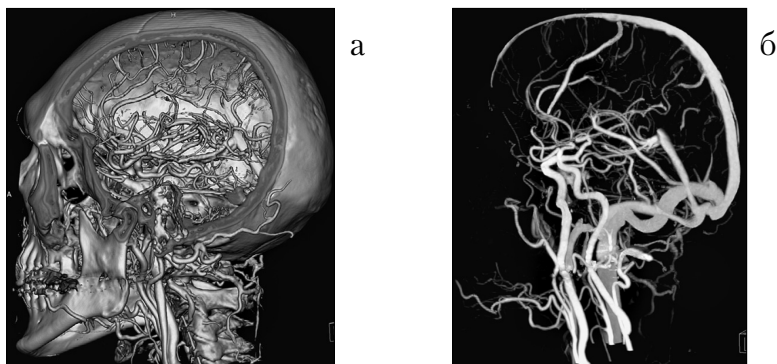


Рис.8.17. КТ-ангиография головного мозга: а - нативное изображение, б - визуализация сосудов после компьютерного вычитания скелета

Новое направление визуализации — совмещение изображений, полученных посредством разных методов исследования. Совмещения осуществляются аппаратно и программно. Такие картины носят названия *мультимодальных (сплавленных, гибридных) изображений*. Подобным образом получают, например, сплав компьютерной томограммы с однофотонной эмиссионной компьютерной томограммой (КТ/ОФЭКТ) или позитронной эмиссионной томограммой (КТ/ПЭТ), магнитно-резонансной томограммы с позитронной эмиссионной томограммой (МРТ/ПЭТ). В подобных технологиях компьютерный томограф позволяет не только получить пространственную картину накопления маркера, но одновременно управлять *in-line*

сбором информации детекторами гама-камер, что повышает качество итоговых изображений. *Мульти-модальные сплавленные изображения являются венцом современной анатомо-функциональной визуализации* (рис. 8.18).

С помощью компьютера можно обрабатывать кривые, полученные при анализе медицинских изображений. Можно, например, сгладить (аппроксимировать) эти кривые, т.е. сделать их визуально более наглядными. Специальные прикладные программы позволяют провести на компьютере математическое моделирование изучаемых функции, что помогает выявить патологические изменения и оценить степень их выраженности.

Выделение «зон интереса» — один из основных этапов обработки диагностических изображений на компьютере. *«Зона интереса» — это участок изображения органа, который представляет наибольший интерес для диагностики.* Как правило, выделение зона интереса осуществляется в ручном режиме — оператором или врачом. Кроме того, существуют компьютерные программы по автоматизированному выделению проблемных зон интереса — *CAD-технологии (Computer Assisted Detection)*. В выделенных зонах происходит программное компьютерное улучшение качества изображения и детализация мелких структурных элементов (рис.8.19). В настоящее время организованы мощные удаленные серверы, которые обеспечивают централизованное эффективное решение *CAD*-задач. Это — т.н. «облачные технологии» (рис. 8.20). Систем *CAD* начинает широко использоваться во всех разделах лучевой диагностики: рентгенологической, ультразвуковой, радионуклидной и магнитно-резонансной. Некоторые цифровые аппараты (например, маммографы) поставляется в лечебные учреждения нашей страны с уже встроенной системой *CAD* (подробнее см. гл. 2.стр.68).



Рис.8.18. Мультимодальное изображение КТ/ОФЭКТ.

Определяются участки гиперфиксация туморотропного радиофармпрепарата в печени и лимфатических узлах: метастазы

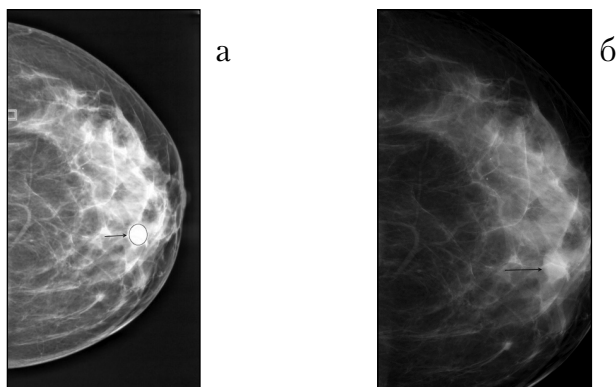


Рис.8.19. Цифровая маммография: а - исходное изображение, б - картина после обработки системой CAD. Видна раковая опухоль (стрелка)

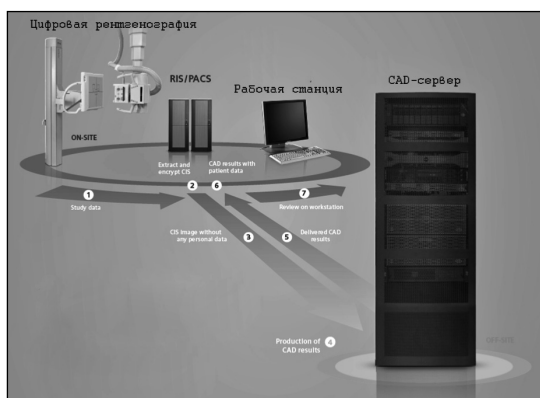


Рис.8.20. «Облачные» технологии по системе CAD

Перспективным направлением использования компьютера для анализа медицинских изображений является их автоматизированный анализ. Особенно эффективной такая обработка может стать при массовых проверочных исследованиях – при флюорографии грудной полости и маммографии. Представляется перспективным на аналитическом этапе компьютерного анализа изображений использовать специализированные приложения, решающие конкретные клинические задачи. Подобные приложения разработаны некоторыми ведущими производителями компьютерных томографов и аппаратов для ультразвуковой визуализации.



Контрольные термины и понятия для самостоятельной проверки знаний

- Понятие *медицинского (диагностического) изображения*.
- *Аналоговые медицинские изображения*.
- *Цифровые медицинские изображения*.
- *Функциональные диагностические изображения I типа*.
- *Функциональные диагностические изображения II типа*.
- *Функциональные диагностические изображения III типа*.
- *Сплавленные (мультиформатные) изображения*.
- *Зона интереса при обработке изображений*.
- *Форматы изображения TIFF, JPE, GIF, PNG, DjVu*.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие существуют медицинские изображения?
2. Как связаны между собой величина матрицы изображения и его качество?
3. Какие существуют способы обработки медицинских изображений на компьютере?
4. Доказательная организация и управление службой здравоохранения.
5. Что такое система «компьютерного помощника САД»?

Первый уровень

1. Медицинское изображение это:
 - а – портрет человека;*
 - б – гистологический препарат;*
 - в – видеофайл;*
 - г – образ органов, полученный средствами лучевой или эндоскопической диагностики.*
2. Сжатие медицинских изображений – это:
 - а – перевод из одного формата в другой;*
 - б – уменьшение размера файла с помощью программы;*
 - в – перевод аналогового изображения в цифровое;*

3. Функциональное изображение – это:

а – серия рентгенограмм;

б – серия томограмм;

в – серия радионуклидных сцинтиграмм;

г – кривые накопления фармпрепарата.

Второй уровень

1. Размер матрицы для статических изображений равен...
2. Размер матрица для динамических изображений равен ...
3. Коррекция изображений on line – это ...
4. Коррекция изображений in line – это ...
5. Коррекция изображение off line – это ...

Третий уровень

1. Дайте характеристику медицинских изображений.
2. Охарактеризуйте основные форматы медицинских изображений
3. Какие типы функциональных изображений применяются в медицинской диагностике?
4. Дайте характеристику основных видов медицинских изображений.
5. Приемы обработки медицинских изображений на компьютере.

Глава 9

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДОКАЗАТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ

9.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ДОКАЗАТЕЛЬНОЙ РАДИОЛОГИИ

Медицинская диагностика, в распоряжении которой широкий ассортимент методов исследования — дешевых и дорогостоящих, инвазивных и необременительных для больного, высокоинформативных и ограниченной информативности, — ставит врача-диагноста перед выбором: как обеспечить наиболее высокую эффективность диагностического процесса, каким методам отдать предпочтение, в какой комбинации и последовательности их применить. Очевидно, что подходы к диагностике будут значительно различаться в зависимости от того, имеет место острое или хроническое заболевание, проводят плановое обследование или оказывают неотложную медицинскую помощь, выполняют детальное и углубленное обследование или организуют скрининг, охватывающий значительную часть населения. Во всех этих ситуациях необходимо уметь правильно оценивать эффективность метода диагностики, причем сделать это нужно на объективной, научной основе. Для научного обоснования применяемых в медицине диагностических исследований и способов лечения заболеваний существует методологический инструмент, который именуется *доказательной медициной*. В настоящее время доказательная медицина является общепринятым международным стандартом при проведении диагностических и лечебных мероприятий.

Доказательная медицина – это концепция организации медицинских знаний, основанная на строгих научных данных. При этом личный опыт, авторитет коллег и литературные данные имеют

вторичное, подчиненное значение. Главенствующим принципом принятия врачебного и управленческого решения является только объективный факт.

За рубежом существуют другие наименования этого раздела медицинской науки: *evidence-based medicine – EBM* (медицина, основанная на фактах), *evidence-based practice – EBP* (практика, основанная на доказательствах), – *evidence-based decision making – EBDM* (принятие решения, основанное на фактах), – *evidence-based health care – EBHC* (доказательное здравоохранение). Эти понятия непременно нужно знать современному врачу, ибо он имеет постоянный и тесный контакт с Интернетом и, следовательно, должен был осведомлен в англоязычной терминологии. Частью доказательной медицины является доказательная радиология (*evidence-based Radiology – EBR*).

Все рассматриваемые термины отражают концепцию *принятия врачебного решения*, исходя из приемлемости научных и практических знаний, почерпнутых в научной литературе и относящихся к группе наиболее достоверных исследований, а также с учетом интересов здоровья пациентов и организации здравоохранения в целом. Таким образом, основная идея введения доказательной медицины во врачебную практику – минимизировать влияние человеческого фактора на деятельность врача.

Доказательная медицина состоит из четырех основных частей:

1. Доказательное использование методов диагностики.
2. Доказательное использование методов лечения.
3. Доказательный анализ медицинской литературы.
4. Доказательная организация и управление службой медицины.

Предпосылками для введения доказательной медицины как научного знания явились несколько факторов, присущих медицинской деятельности. Главным при этом выступает ряд обстоятельств.

1. Диагноз в любых исследованиях всегда в известной степени неопределенен и поэтому должен выражаться через вероятности.
2. В каждом диагностическом исследовании постоянно заложена предвзятость.

3. В любом диагностическом исследовании в той или иной степени обязательно присутствуют случайные ошибки.
4. Принятие управленческого решения в организации управления медицинской службой всегда сопряжено с учетом политических и экономических обстоятельств, а также личностных свойств руководителя.
5. Информационные потоки медицинских данных, как правило, слабо структурированы.

Необходимо добавить, что диагностическая информация находится в постоянном развитии в соответствии с накоплением новых сведений в базах данных и интегрированных коммуникационных системах. Необходимо учитывать и то обстоятельство, что при разумном подходе к диагностике всегда можно найти оптимальное взаимоотношение между наилучшим использованием информации, ее ценой, приемлемостью и обстоятельствами (контекстом) использования.

Для оценки эффективности диагностических исследований существует большое число критериев. Многие из них универсальны, т.е. применимы во всех областях клинической медицины, другие, характеризующие медицинские изображения, имеют специфическое для этого направления диагностики значение.

Под диагностической эффективностью метода исследования следует понимать способность данного метода (теста) выявить заболевание и охарактеризовать состояние организма при экономической доступности метода.

В медицинской диагностике выделяют качественную, или описательную, и количественную характеристики результатов. Последняя включает в себя различные виды измерений: радиоактивности биологических проб, величины органов, изображенных на экране дисплея, рентгеновской пленке, компьютерной томограмме и др. Все эти измерения, как бы точны они ни были, обязательно имеют некоторую степень погрешности. Это связано как с ограниченной точностью инструментов, с помощью которых проводят измерения (линейка, электронный прибор или другие технические средства), так и с вариабельностью измеряемого объекта: колебаниями биологических параметров человека во время исследования, флуктуациями чувствительности детекторов, неоднородностью потока электромагнитных квантов.

Перечисленные выше погрешности имеют случайный характер. Их влияние на точность измерения может быть уменьшено, если увеличить количество измерений объекта исследования или увеличить продолжительность каждого измерения. Погрешности такого рода называют *случайными, или рандомизированными, ошибками*.

Погрешности другого типа возникают при неправильной работе аппаратуры, калибровке лабораторного оборудования, технологии приготовления фармпрепаратов или химических растворов, а также вследствие ошибок, допущенных в расчетах. Конечные результаты подобных измерений во всех случаях оказываются либо завышенными, либо заниженными, т.е. всегда однозначно искаженными. Подобные погрешности носят название *систематических ошибок*. Единственный способ избежать этих погрешностей — тщательно контролировать качество технических средств диагностики, следить за правильностью проведения диагностических процедур, корректно выполнять расчеты.

Для оценки эффективности методов измерения в медицинской диагностике, как и в других разделах медицины и биологии, применяют ряд критериев, главными из которых являются:

- *точность измерения (accuracy)* — соответствие результатов измерения истинному значению определяемой величины. Высокая точность измерения достигается при минимальных рандомизированных и систематических погрешностях;
- *правильность измерения (correctness)*. Это качество измерения характеризует величину систематических погрешностей. Чем они меньше, тем более правильным оказывается измерение;
- *сходимость измерений (precision)*. Данное качество измерений характеризует величину случайных ошибок. Чем они меньше, тем лучше сходимость измерений. Этот критерий показывает, насколько близки друг к другу измерения, выполненные в одинаковых условиях, т.е. в одной и той же лаборатории и на одном и том же приборе;
- *воспроизводимость измерений (reliability)*. Этот критерий показывает, насколько близки между собой результаты измерений, выполненных в различных условиях, т.е. в разных

лабораториях и на разных аппаратах. Поэтому в медицинской диагностике существует незыблемое правило – иметь собственный «внутренний» стандарт оценки результатов исследования, естественно с учетом всех имеющихся внешних данных.

Соотношение между точностью и сходимостью измерений при диагностических исследованиях, а также соотношением между рандомизированными и систематическими ошибками представлено на рис. 9.1 в виде «охоты за мишенью».


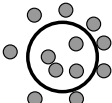
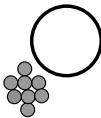
Тип ошибки	Нет ошибок	Рандомизированные ошибки	Систематические ошибки
«Охота за мишенью»			
Точность (достоверность)	Очень хорошая	Удовлетворительная	Плохая
Сходимость	Хорошая	Плохая	Очень хорошая

Рис.9.1. «Охота за мишенью. Связь между достоверностью (точностью) и сходимостью результатов, рандомизированными и систематическими ошибками исследований

Ведущими критериями успешности выполнения любого диагностического исследования являются его результативность, действенность (сила) и эффективность диагностического метода, а также его доступность.

Результативность диагностики (effective, effectiveness) применяется для выражения вероятности получения успешного результата у индивидуума или популяции в целом в результате осуществления данной лучевой технологии в *усредненных условиях* ее выполнения. Другими словами, результативность – это следствие того, что делаются *нужные, правильные вещи* (англ. *doing the right things*).

Эффективность диагностики (efficient, efficiency) относится к мастерству, с которым используются ресурсы для решения данной проблемы, в частности эффективной считается диагностика, при которой наибольшее число истинно положительных и истинно отри-

пательных результатов получается при минимальных затратах (финансов, времени, ресурсов). Эффективность – это следствие того, что правильно делаются эти самые нужные вещи (англ. *doing the things right*). Характеристика теста, обозначаемая как эффективность, предполагает использование данного метода в обычных (усредненных) условиях его применения. Понятно, что эффективность всегда будет ниже, чем сила метода. Для обозначения этого понятия используют также термин *реальная эффективность*. Отметим, что подавляющее большинство врачей работает именно на уровне эффективности процедуры, а фирмы, производящие медицинское оборудование, указывают в рекламных целях его силу.

Действенность (сила) диагностики (efficacy) – это способность диагностического теста, примененного в *оптимальных условиях*, влиять на решение врача касательно диагностики заболевания и ведения больного (лечения, реабилитации), т.е. влиять на здоровье, как индивидуума, так и населения в целом. Термин «сила метода» медицинской диагностики, таким образом, определяет меру успеха данного диагностического теста в идеальных условиях. Этот показатель иногда называют также внутренней оценкой метода исследования, или идеальной эффективностью метода диагностики.

Понятно, что результативность метода всегда будет ниже, чем его сила, поскольку она зависит от мастерства специалиста, обеспечивающего получение диагностического изображения, а также потому, что инфраструктура в усредненных условиях отнюдь не соответствует таковой в оптимальных условиях.

Оценивая метод диагностики в целом, необходимо учитывать, какова доступность (availability) данного метода диагностики для людей, которым необходимо выполнить данное исследование. Имеются в виду финансовые и организационные аспекты этой проблемы.

*В идеале врач должен иметь приемлемую стратегию исследования, которая обеспечивает актуальную, достоверную и необходимую информацию, чтобы руководствоваться ею при принятии клинических, научных и административно-управленческих решений. Эта информация должна быть приемлемой в **нужное** время, в **нужном** месте и в **нужном** формате. Она должна включать*

в себя непредвзятое отношение к имеющимся данным, базироваться на самых современных технологиях и стимулировать мастерство исполнения диагностических процедур.

Для того чтобы оценить диагностическую эффективность лучевого метода исследования, сравнивают его информативность, т.е. способность распознавать заболевание, с так называемым референтным, или эталонным, диагнозом. Такой диагноз носит также название *золотого стандарта диагностики*. Он устанавливается на основании результатов гистологического исследования (биопсии) или вскрытия (аутопсии), либо с учетом точных биохимических или клинических признаков болезни. Иногда под золотым стандартом понимают совокупность методов исследования, максимально полно и быстро решающих вопросы диагностики. Существует также понятие «стандартный критерий» (AMA Style Guide). Это – тест, обладающий наивысшей информативностью в разумных условиях. В последние годы в литературе иногда под золотым стандартом иногда понимается комплексная программа диагностического обследования, максимально эффективно отражающая состояние пациента

Для оценки информативности метода результаты его применения у определенной группы пациентов сводят в таблицу, называемую матрицей решений диагностики. При этом в зависимости от совпадения результатов лучевого исследования (Т+ – положительные решения, Т- – отрицательные решения) и фактического наличия заболевания (D- – здоровые, D+ – больные), т.е. референтного диагноза, ответ может оказаться правильным или неправильным. Возможны следующие варианты результатов оценки метода:

- Интерпретация «положительный» у больных с наличием заболевания – истинно положительные случаи, (TP, true positive);
- Интерпретация «отрицательный» у пациентов без заболевания (здоровые лица) – истинно отрицательные случаи, (TN, trueneegative).
- Интерпретация «отрицательный» у больных с наличием заболевания – ложно отрицательные случаи, «пропуски», (FN, falsenegative). В теории проверки гипотез их называют ошибками первого рода, или α -ошибками.

- Интерпретация «положительный» у здоровых пациентов – ложно положительные случаи, «ложные тревоги», «гипердиагностика», (FP, falsepositive). В теории проверки гипотез такие ошибки относятся ко второму роду, или β -ошибкам.

Как ложно положительные, так и ложно отрицательные ошибки представляют собой потери системы диагностики, они снижают диагностическую эффективность лучевого исследования. Ложно положительные решения (ложные тревоги) приводят к удорожанию диагностики, так как требуют дополнительных затрат на обследование пациентов. Поэтому в медицинском менеджменте они носят название ошибок производителя, т.е. лечебного учреждения. Ложно отрицательные решения (пропуски заболеваний) по понятным причинам относят к ошибкам потребителей (пациентов).

9.2. ОПЕРАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения операционных характеристик прежде всего составляют матрицу решений, которая основывается на исследовании когорты пациентов, состоящую из двух групп – здоровых и больных с точно выверенным (референтным) диагнозом заболевания (табл. 9.1).

Таблица 9.1.

Матрица решений для вычислений операционных характеристик методов диагностики

Результаты теста	Заболевание имеется D+	Заболевание отсутствует D-	Всего
Положительные	Истинно положительные TP	Ложно отрицательные FP	T+
Отрицательные	Ложно положительные TN	Истинно отрицательные FN	T-

К операционным характеристикам метода диагностики относятся:

1. чувствительность (Se , sensitivity),
2. специфичность (Sp , specificity),
3. точность (Ac, accuracy), или эффективность диагностики
4. прогностичность положительного результата (+VP, positive predictive value),
5. прогностичность отрицательного результата (-VP, negative predictive value).

Некоторые из вышеперечисленных критериев информативности лучевой диагностики непостоянны. Они зависят от распространенности заболевания, или преваленса.

Преваленс (Ps) – это вероятность определенного заболевания, или проще, его частота встречаемости среди изучаемой группы людей (когорты) или популяции в целом. От преваленса следует отличать инцидент (In) – вероятность нового заболевания в рассматриваемой группе людей за определенный промежуток времени, чаще за один год.

Чувствительность (Se) – это пропорция правильных положительных результатов теста среди всех больных. Определяется по формуле:

$$Se = \frac{TP}{D_+} \cdot 100\%,$$

где Se – чувствительность, TP – верно положительные случаи, D+ – число пациентов с наличием заболевания.

Чувствительность априори показывает, какова будет доля больных, у которых данное исследование даст положительный результат. Чем выше чувствительность теста, тем чаще с его помощью будет выявляться заболевание, тем, следовательно, он более эффективен. В то же время, если такой высокочувствительный тест оказывается отрицательным, то наличие заболевания маловероятно. Поэтому их следует применять для исключения заболеваний. В силу этого высокочувствительные тесты нередко именуют идентификаторами.

Тесты с высокой чувствительностью рекомендуются применять на ранних этапах диагностического процесса, когда требует-

ся сузить круг предполагаемых заболеваний. Необходимо также отметить, что высокочувствительный тест дает много «ложных тревог», что требует дополнительных финансовых затрат на дальнейшее обследование.

Специфичность (Sp) – это пропорция правильных отрицательных результатов теста среди здоровых пациентов. Данный показатель определяется по формуле

$$Sp = \frac{TN}{D_-} \cdot 100\%$$

где Sp – специфичность, TN – истинно отрицательные случаи, D_- – здоровые пациенты.

Определив специфичность, можно априори предполагать, какова доля здоровых лиц, у которых это исследование даст отрицательный результат. Чем выше специфичность метода, тем надежнее с его помощью подтверждается заболевание, тем, следовательно, он более эффективен. Высокоспецифичные тесты называются в диагностике дискриминаторами. Высокоспецифичные методы эффективны на втором этапе диагностики, когда круг предполагаемых заболеваний сужен и необходимо с большой уверенностью доказать наличие болезни. Отрицательным фактором высокоспецифичного теста является тот факт, что его использование сопровождается весьма значительным числом пропусков заболевания.

Из сказанного следует очень важный практический вывод, который состоит в том, что в медицинской диагностике желателен тест, который был бы *априори* как высокоспецифичен, так и высокочувствителен. Однако в реальности этого достичь нельзя, так как повышение чувствительности теста неизбежно будет сопровождаться потерей его специфичности и, наоборот, повышение специфичности теста сопряжено со снижением его чувствительности. Отсюда следует вывод: чтобы создать оптимальную диагностическую систему, нужно найти компромисс между показателями чувствительности и специфичности, при которых финансовые затраты на обследование будут оптимально отражать баланс между рисками «ложных тревог» и пропуска заболеваний.

Точность (Ac), или информативность диагностического теста. – это пропорция правильных результатов теста среди всех обследованных пациентов. Она определяется по формуле:

$$Ac = \frac{TP + TN}{D_+ + D_-} \cdot 100\%,$$

где Ac – точность, TP – истинно положительные решения, TN – истинно отрицательные решения, D_+ – все здоровые пациенты, D_- – все больные пациенты.

Точность, таким образом, отражает, сколько всего правильных ответов получено в результате испытаний данного теста.

Для правильного понимания диагностической эффективности методов важную роль играют критерии апостериорной вероятности – прогностичность положительного и отрицательного результатов. Именно эти критерии показывают, какова вероятность заболевания (или его отсутствия) при известном результате исследования. Нетрудно видеть, что апостериорные показатели имеют большее значение, чем априорные.

Прогностичность положительного результата (+VP) – это пропорция правильно положительных случаев среди всех положительных значений теста. Данный показатель определяется по формуле

$$+PV = \frac{TP}{TP + FN} \cdot 100\%$$

где +PV – прогностичность положительного результата, TP – истинно положительные случаи, FN – ложноотрицательные случаи.

Прогностичность положительного результата, таким образом, напрямую показывает, насколько велика вероятность болезни при положительных результатах диагностического исследования.

Прогностичность отрицательного результата (-VP) – это пропорция верно отрицательных случаев среди всех отрицательных решений. Критерий определяется по формуле

$$-PV = \frac{TN}{TN + FP} \cdot 100\%,$$

где -PV – прогностичность отрицательного результата, TN – истинно отрицательные случаи, FP – ложноположительные случаи.

Данный показатель, таким образом, показывает, насколько велика вероятность того, что пациент здоров, если результаты лучевого исследования отрицательные.

Поясним методику расчета операционных характеристик диагностического теста на следующем примере.

Предположим, разрабатывается новый метод цифровой флюорографии. Следует дать оценку его информативности в диагностике заболеваний легких. Для этой цели подбираются больные с безупречно и точно установленным диагнозом этого заболевания. Допустим, всего подобрано по 100 пациентов каждой группы, т.е. составлены две когорты наблюдений. В первой группе больных туберкулезом флюорографический тест оказался положительным у 88 пациентов, а у 12 человек он был отрицательный. Из второй группы пациентов здоровыми признаны 94 человека, у 6 пациентов возникло подозрение на туберкулез, и они отправлены на дальнейшее обследование. На основании полученных данных составляется матрица решений (табл.9.2).

Таблица 9.2

Распределение пациентов по наличию у них заболевания и результатам теста

Данные флюорографии	Туберкулез		Всего
	Присутствует	Отсутствует	
Положительные	88	4	92
Отрицательные	12	96	108
Всего	100	100	200

Результаты вычислений по данным, изложенным в таблице, позволяет определить диагностическую информативность, т. е. определить чувствительность (Se), специфичность (Sp), точность (Ac), вероятность положительного (+ VP) и отрицательного ответов (- VP):

$$Se = \frac{88}{100} 100\% = 88\%, \quad Sp = \frac{96}{100} 100\% = 96\%, \quad Ac = \frac{184}{200} 100\% = 92\%,$$

$$+VP = \frac{88}{92} 100\% = 96\%, \quad -VP = \frac{96}{108} 100\% = 89\%.$$

Таким образом, операционные характеристики этого метода будут выглядеть следующим образом: чувствительность – 88%, специфичность – 96%, точность – 92%, прогностичность положительного результата – 96%, прогностичность отрицательного результата – 89%.

Если такие операционные характеристики тестов, как чувствительность, специфичность и точность существенно не зависят от частоты заболевания, то прогностичность результатов, как положительного, так и отрицательного, напрямую связана с преваленсом. Чем выше преваленс заболевания, тем выше прогностичность положительного результата и ниже прогностичность отрицательного теста. И действительно, хорошо известен тот факт, что гипердиагностика у врача, работающего в специализированном стационаре, всегда выше, чем у того же врача, работающего в поликлинике общего профиля. Естественно, подразумевается, что квалификация обоих специалистов равнозначна.

Существует взаимное влияние характеристик лучевых тестов. Так, чем выше чувствительность лучевого метода, тем выше прогностическая ценность его отрицательного результата. Прогностичность положительного результата лучевого исследования в основном зависит от его специфичности. Низкоспецифичные методы сопровождаются возникновением большого числа ложноположительных решений. Это приводит к снижению прогностичности положительных результатов лучевого исследования.

Перечисленные выше критерии информативности диагностики базируются на принципах дихотомических решений: «да» – «нет», «норма» – «патология». Однако хорошо известно, что в практической работе врача не всегда удается классифицировать получаемые данные по подобной схеме. В ряде случаев у специалиста возможны и другие заключения, такие как, например, «наиболее вероятно, заболевание имеется» или «наиболее вероятно, заболевание отсутствует». Подобные нюансы в принятии врачебных заключений отражают другие характеристики информативности – отношения правдоподобия (likelihood ratio).

Отношение правдоподобия положительного результата (+Lr) показывает, во сколько раз вероятность получения положительного результата выше у больных, чем у здоровых. Соответствующим

образом, отношение правдоподобия отрицательного результата (-Lr) показывает, во сколько раз вероятность получения отрицательного результата у здоровых пациентов выше по сравнению с больными. Эти критерии информативности диагностики определяются, исходя из представленной выше таблицы, по следующим формулам:

$$+Lr = \frac{Se}{b/(b+d)}; \quad -Lr = \frac{Sp}{c/(a+c)}$$

Во врачебной практике весьма часто приходится применять несколько диагностических методов. Использование нескольких лучевых исследований может выполняться двумя вариантами: параллельно и последовательно.

Параллельное использование тестов часто применяется в диагностике неотложных состояний больного, т.е. в тех случаях, когда в короткий срок необходимо провести максимально охватывающий объем диагностических процедур. Параллельное применение тестов обеспечивает их большую чувствительность, а, следовательно, и более высокую прогностическую ценность отрицательного результата. Вместе с тем, снижается специфичность и прогностическая ценность положительного результата.

Последовательное применение тестов выполняют при уточнении диагноза, для детализации состояния больного и характера патологического процесса. При последовательном применении диагностических тестов снижаются чувствительность и прогностическая ценность отрицательных результатов исследования, но вместе с тем повышаются специфичность и прогностическая ценность положительного результата.

Таким образом, комбинация различных методик исследования, изменение порядка их выполнения меняют совокупность операционных характеристик каждого теста в отдельности и общую прогностичность их результатов. Из сказанного следует важный вывод доказательной медицины: *прогностические характеристики любого теста нельзя автоматически, без учета преваленса и ряда других обстоятельств, переносить на все лечебные учреждения.*

Давая оценку диагностической эффективности метода исследования, обычно указывают на общее количество ошибочных

заклучений: чем их меньше, тем эффективнее метод. Однако, как уже отмечалось, одновременно уменьшить количество ложно положительных и ложно отрицательных ошибок нереально, поскольку они связаны между собой. Кроме того, принято считать, что ошибки первого типа — ложно положительные — не так опасны, как ошибки второго типа — ложно отрицательные. Это особенно относится к выявлению инфекционных и онкологических заболеваний: пропустить болезнь во много раз опаснее, чем диагностировать ее у здорового человека.

В тех случаях, когда результаты диагностического исследования выражают количественно, их классифицируют на норму и патологию условно. Часть значений теста, принимаемых за норму, будет наблюдаться у больных, и, наоборот, в зоне патологии окажутся некоторые изменения у здоровых. Это и понятно: ведь граница между здоровьем и начальной стадией болезни всегда условна. И все же в практической работе, анализируя цифровые показатели диагностического исследования, врач вынужден принимать альтернативные решения: отнести данного пациента к группе здоровых либо больных. При этом он пользуется разделительным значением применяемого теста.

Изменение границы между нормой и патологией всегда сопровождается изменением операционных характеристик метода. Если к методу предъявляются более жесткие требования, т.е. граница между нормой и патологией устанавливается на высоких значениях теста, увеличивается число ложноотрицательных заключений (пропусков заболеваний), что приводит к повышению специфичности теста, но одновременно к снижению его чувствительности. Если целесообразно смягчить требования к тесту, границу между нормой и патологией сдвигают в сторону нормальных значений, что сопровождается увеличением числа ложноположительных заключений (ложных тревог) и одновременно уменьшением числа ложноотрицательных (пропусков заболеваний). При этом повышается чувствительность метода, но снижается его специфичность.

Таким образом, проводя диагностические исследования и оценивая их результаты количественно, врач всегда находится в условиях выбора: то жертвует чувствительностью, чтобы повысить специфичность, то, наоборот, отдает предпочтение специфичности за счет

снижения чувствительности. Как правильно поступать в каждом конкретном случае, зависит от многих факторов: социальной значимости заболевания, его характера, состояния больного и, что не менее важно – от психологических особенностей личности врача.

Из изложенного следует важнейший для современной медицинской диагностики вывод. Количественный математический метод, каким бы совершенством ни отличались математический аппарат или технические средства, его результаты всегда имеет ограниченное, прикладное значение, подчиняясь логическому мышлению врача и соотносясь с конкретной клинической и социальной ситуацией.

Теория доказательной медицины показала, что разграничение групп пациентов по состоянию здоровья на норму и патологию условно и зависит от точки разделения этих состояний в зависимости от субъективных качеств исследователя – его решительности или осторожности, а также от других предпосылок – внешних и внутренних. На рис. 9.2 представлена система координат, отражающих принятие решений в медицине. Ось ординат является показателем заболеваемости, а ось абсцисс – принятия диагностических решений, т.е. . Обращает на себя внимание, что кривые Пуассоновского распределения, отражающая совокупность нормы и патологии, взаимно наслаиваются друг на друга. Это формирует графическое распределение правильных и ошибочных решений в диагностике – как положительных, так и отрицательных: точные попадания, пропуски, ложные тревоги.



Рис.9.2. Связь между результатами теста и критериями принятия решений. ИП - истинно положительные результаты, ИО - истинно отрицательные, ЛП - ложной положительные, ЛО - ложно отрицательные

Точка X на оси принятия решений является точкой разделения результатов на положительные и отрицательные. Слева от этой оси находятся правильно отрицательные решения и пропуски заболевания, справа от оси – правильно положительные решения и ложные тревоги. Взаимоотношение этих показателей формирует графическое представление об операционных характеристиках метода исследования. На данную картину накладывается характерологические особенности личности врача. Если врач осторожный, ось принятия решений смещается влево, если решительный – вправо. Соответствующим образом меняется взаимоотношение операционных характеристик применяемого диагностического теста. Интервал d обозначает величину критерия распознавания заболевания.

9.3. ROC-АНАЛИЗ

Для того чтобы оценить диагностическую эффективность метода с учетом последствий ложных решений, используют характеристические кривые. Они отражают взаимную зависимость ложноположительных и истинно положительных результатов. Полное название таких кривых – «*операционные характеристические кривые наблюдателя*» – *Receiver Operating Characteristic curve* или, сокращенно, *ROC-curve*. Поэтому часто такие кривые называют ROC-кривыми, а выполняемые для их построения действия – ROC-анализом.

Характеристические кривые позволяют наглядно сопоставить диагностическую эффективность различных методов исследования при обнаружении одного и того же патологического процесса, сравнить различные типы дисплеев, твердые копии медицинских изображений (рентгенограмм, сцинтиграмм и др.). С этой целью организуют группу врачей-экспертов, которым предъявляют для анализа серию верифицированных медицинских изображений. Ответы экспертов кодируют по указанной выше 5-балльной системе и на основании полученных данных строят характеристические кривые каждого изучаемого метода.

С целью построения характеристических кривых результаты обследования верифицированной группы больных и здоро-

вых распределяют в несколько групп. Если эти результаты имеют количественный характер, то их ранжируют по значению точки разделения на норму и патологию. Качественные же результаты применения изучаемого метода, например, описание рентгенологической картины, ранжируют по степени уверенности врача в диагнозе. Полученные таким образом данные сводят в таблицы и по ним строят характеристические кривые – ROC-кривые.

Например, при изучении информативности компьютерной томографии в распознавании периферического рака легких подбирают две группы пациентов – здоровых (100 человек) и больных (100 человек). Маркировка томограмма закрыта для исследования, т.е. применяется слепой рандомизированный метод. Наблюдатели дают оценку обнаруженным изменениям по следующим категориям:

1. Рак абсолютно отсутствует.
2. Рак, вероятно, отсутствует.
3. Равновероятное наличие или отсутствие рака.
4. Вероятное наличие рака.
5. Определенно наличие рака.

Затем составляется таблица, содержащая в себе категории оценок (табл. 9.3).

Таблица 9.3

Распределение больных и здоровых по категориям решений

Фактическое состояние	Категории решений					Всего
	1	2	3	4	5	
Рак имеется	4	16	20	40	20	100
Рак отсутствует	30	44	9	13	4	100

Для построения точек кривой необходимо вычислить их ординаты. При этом ось ординат будет соответствовать вероятности истинно положительных решений, ось абсцисс – вероятности ложно положительных решений. После некоторых преобразований параметров ось абсцисс можно обозначить как «чувствительность» метода, ось ординат – как «1 – специфичность».

Для построения первой точки на оси ординат в качестве истинно положительного решения рассматривается решение с мак-

симальной уверенностью (категория 5), т.е. 20 наблюдений. Это число относится к числу всех патологических изменений, т.е. к 100. Получается значение первой точки ординаты – 0,2. Вероятность ложно положительного решения по этой же 5-й категории получается отнесением числа 4 (из второй строки) к числу всех здоровых людей, т.е. к 100. Получается значение точки на оси абсцисс, равное 0,04, т.е. начало графика ROC-кривой. Подобным образом строим точки ординаты и абсциссы для остальных категорий решений. Каждая последующая ячейка таблицы рассчитывается как сумма текущей и всех предыдущих категорий. Иными словами значение в 4-й категории рассчитывается как сумма 5-й и 4-й: 3-й категории – сумма 5-й, 4-й и 3-й и т.д. В итоге получаем таблицу (9.4) со значением всех точек для построения ROC-кривой. На основании этой таблицы строится ROC-кривая (рис. 9.3),

Таблица 9.4

Расчет точек построения ROC-кривой

Ось	Значение точек ROC-кривой				
Ордината	0,2	0,6	0,8	0,96	1,0
Абсцисса	0,04	0,17	0,26	0,7	1,0

При анализе ROC-кривых придерживаются следующего принципа: чем ближе к левому верхнему углу координатной сетки расположена кривая, тем выше информативность исследуемого метода диагностики или лучше качество системы отображения данных. Если кривая прилежит к диагонали (или совпадает с ней), то информативность метода ничтожна. Необходимо отметить, что в качестве истинно положительных решений может выступать критерий «чувствительность», а в качестве ложно положительных – критерии «1 – специфичность».

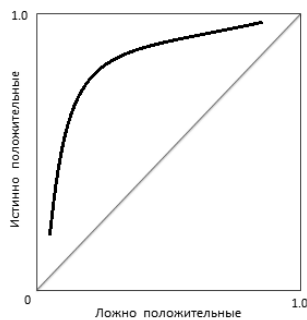


Рис.9.3. ROC-кривая, построенная по категориям оценок

Метод ROC-анализа позволяет провести сравнительную оценку информативности двух методов визуализации. Если, например, необходимо сравнить возможности рентгеновской компьютерной и магнитно-резонансной томографии в выявлении очаговых патологических изменений в печени, проводят процедуру построения ROC-кривых для каждого из рассматриваемых диагностических методов. На итоговой диаграмме (рис.9.4) устанавливается взаимоотношение ROC-кривых: та кривая, которая расположена выше, будет соответствовать более информативному методу. Метод ROC-анализа позволяет определить количественную величину достоверности различия в информативности изучаемых методов. Для этого вычисляют площадь под кривыми (рис.9.5) и по специальным формулам устанавливают доверительный интервал в различии информативности методов. Принято считать, что коэффициент площади кривой, находящийся в интервале 0,9-1,0 следует рассматривать как показатель наивысшей информативности диагностического метода, 0,8-0,9 – хорошей, 0,7-0,8 – приемлемой, 0,6-0,7 – слабой, 0,5-0,6 – чрезвычайно слабой. Диагональ на приведенном рисунке отображает полное отсутствие информативности диагностического метода. Подробные сведения по ROC-анализу имеются в Интернете на соответствующих порталах.

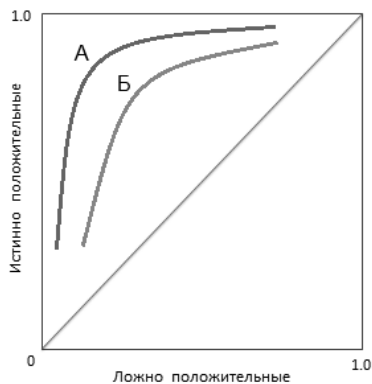


Рис.9.4. ROC-кривые, построенные для сравнения информативности двух диагностических методов. Кривая А располагается ближе к верхнему левому углу. Следовательно, она более информативна, чем кривая Б

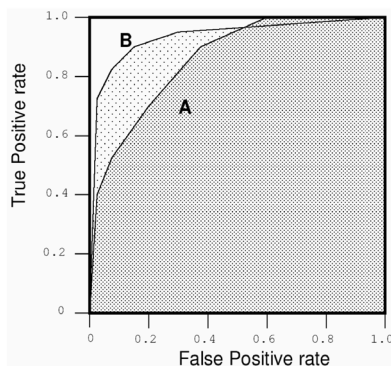


Рис.9.5. ROC-кривые, построенные для сравнительной оценки информативности двух методов диагностики. Для количественной оценки методов используется сравнительный анализ площадей под кривыми. У кривой Вэта площадь больше, чем у кривой А. Следовательно, метод В более информативен, чем метод А

Интересно, что метод ROC-анализа и построение ROC-кривых дают возможность оценить профессиональные навыки и квалификацию специалистов. С этой целью врачу предъявляют для опознания верифицированный архив медицинских изображений (рентгенограмм, томограмм, сцинтиграмм и др.), содержащий норму и патологию. Ответы врача соответствующим образом ранжируют и по полученным данным строят характеристические кривые. У более квалифицированного специалиста ROC-кривая имеет крутой изгиб, она вплотную приближена к верхнему левому углу системы координат.

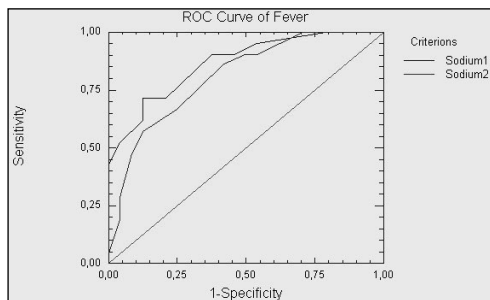


Рис.9.6. ROC-кривые, построенные компьютерной статистической программой NCSS

Необходимо добавить, что в настоящее время на смену ручному построению ROC-кривых пришли электронные статистические пакеты (например, SPSS 12, NCSS), которые позволяют более эффективно использовать этот инструмент определения информативности лучевой диагностики (рис.9.6).

9.4. МЕТА-АНАЛИЗ

Важным разделом доказательной медицины и составляющей ее частью является мета-анализ.

Мета-анализ – это обобщение научных исследований, основанное на формализованных статистических принципах. Другое его наименование – многоцентровый анализ. Подобный анализ предусматривает обобщение данных, полученных в различных исследованиях на основе мощного статистического инструмента. Он является наивысшим стандартом корректного выполненного исследования, которое определяет модель и тенденции в изучаемой области знаний на основе протоколов и математического инструмента. С помощью мета-анализа можно определить, например, эффективность скрининга на предмет раннего выявления рака молочных желез или туберкулеза легких, проводимого в различных лечебных учреждениях, городах или странах, дать объективную оценку эффективности этого скрининга, проводимого различными диагностическими методами. Мета-анализ позволяет объединить разнородные, порою противоречивые результаты нескольких исследований. Он содержит несколько этапов. Обычно их четыре.

На первом из них выявляются наиболее надежные публикации, построенные, как правило, на основе слепой контролируемой рандомизации и содержащие операционные характеристики результатов проведенных исследований, которые затем подлежат обобщению и дальнейшему анализу.

На втором этапе дается оценка качества исследований каждой публикации по установленным критериям. Это – корректный подбор пациентов (когорты) для исследования, определение характера проведенных исследований и особенностей

использованных методов, а также наличие ретроспективных и главное (!) проспективных наблюдений. Последний термин подразумевает проверку диагноза заболевания эффективностью его лечения.

На третьем этапе производят обобщение всех результатов, то есть формируется одно общее, суммарное исследование, в котором имеется несколько составляющих, каждое из которых имеет свой «вес» и репрезентативность.

На четвертом этапе осуществляется математическая обработка полученных объединенных результатов (чаще всего на основе регрессионного анализа) и все данные отображаются графически, таблично или в виде обобщенного показателя.

Мета-анализ применяется в медицинской диагностике в тех случаях, когда:

- результаты опубликованных исследований по анализируемому методу в значительно большей степени эмпирические, чем теоретические;
- результаты проведенных исследований продуцируют в большей степени количественный результат, чем качественный;
- имеется расхождение между задачей поиска и инструментом тестирования метода.

Мета-анализ проводится в несколько этапов.

На *первом этапе* выявляются наиболее надежные публикации по изучаемой проблеме. Они должны быть основаны на слепой контролируемой рандомизации и содержать операционные характеристики проведенных исследований.

На *втором этапе* дается оценка качества исследований в каждой публикации. При этом всесторонне изучается корректность подбора когорт для исследования, особенности использованных методов, наличие ретроспективных и, что особенно важно, проспективных наблюдений.

На *третьем этапе* проводится обобщение всех результатов, т.е. формируется одно общее, суммарное исследование, которое имеет несколько составляющих. У каждого составляющего есть свой «вес» и репрезентативность.

На *четвертом этапе* осуществляется математическая обработка полученных объединенных результатов, и все данные ото-

бражаются графически, таблично, либо в виде какого-либо обобщенного показателя.

Мета-анализ, таким образом, дает в руки лучевого диагноста исключительно важную информацию об объективной характеристике диагностического метода исследования, его эффективности, информационной значимости, моральном, финансовом и социальном значении.

9.5. ДОКАЗАТЕЛЬНОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Доказательное лечение базируется на научной обоснованности используемых схем лечения заболевания. При этом важно учитывать только те схемы и рекомендации по лечению, которые были получены *слепым рандомизированным методом*. Практическая медицина пестрит обилием предлагаемых методик лечения, в основу которых положены в значительной степени интуиция и недостаточно проверенные факты. Нередко основанием для рекомендаций по лечению заболеваний служат результаты исследования, полученные без соблюдения соответствующих *научно обоснованных фактов*. Определенная часть ошибочных схем лечения является следствием устоявшихся традиций или мнения высокоавторитетных коллег, однако не подтвержденным строгим научным анализом, базирующимся на правилах доказательной медицины.

9.6. ДОКАЗАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Доказательная организация здравоохранения требует тщательной оценки программ управления здравоохранением. Особенно это касается организации широкомасштабных проектов, затрагивающие значительную часть населения страны, и привлечение больших людских и финансовых ресурсов. Наиболее уязвимым местом в доказательной организации здравоохранения является введение в практику массовых проверочных исследований,

или *скрининга*. Здесь должна обязательно присутствовать глубокая экспертная проработка вопроса на уровне высоко квалифицированных и главное независимых специалистов.

При организации скрининга должны быть приняты во внимание следующие требования к методам исследования:

- *высокая чувствительность,*
- *низкая стоимость,*
- *воспроизводимость результатов,*
- *безопасность,*
- *доступность.*

Поскольку скрининг проводится среди преимущественно здорового населения, при оценке его результатов следует учитывать низкий преваленс заболевания в обследуемой группе людей. Поэтому для скрининга должны быть использованы высокочувствительные методы, при которых отрицательный результат имеет высокую степень прогностичности. В то же время положительный результат наблюдается у всех больных с искомым заболеванием.

Поскольку прогностичность положительного результата зависит преимущественно от специфичности метода, которая обычно невысока у чувствительных методик, при скрининге возникает проблема ложно положительных результатов. Такие результаты приводят, во-первых, к неблагоприятным воздействиям на больных и, во-вторых, порождают проблему дополнительного углубленного обследования пациентов, что ложится достаточно тяжелым бременем на органы здравоохранения. Причем, это бремя носит как финансовый, так и людской (профессиональный) характер. Поэтому, приступая к скринингу, организаторы здравоохранения должны быть уверены в том, что могут обеспечить доступные методы углубленного обследования на приемлемом финансовом уровне.

В организации скрининга существует феномен, получивший название *порочного круга скрининга*. Этому подвержены все страны, так как в его основе лежит главным образом человеческий фактор. Суть порочного круга такова: для получения хороших результатов выбирается высокочувствительный метод. Применение такого метода приводит к большому числу ложно положительных результатов. Недостаточное их отсеивание (или уточнение) созда-



Рис.9.7. «Порочный круг» скрининга

ет субъективное впечатление о высоком преваленсе заболевания. Это мнение доводится до сведения руководителей здравоохранения, которые выделяют дополнительные средства на проведение скрининга и возможность лечения предполагаемых заболеваний. Дополнительные финансовые вливания в скрининг еще больше увеличивают выход ложно положительных результатов, и далее все идет по кругу, раскручиваясь по спирали до тех пор, пока не иссякнут источники дополнительного финансирования. Для разрыва порочного круга необходимо модифицировать скрининг: изменить уровень принятия диагностического решения или использовать другой метод скрининга.

9.7. ДОКАЗАТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕДИЦИНСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Доказательный анализ медицинской литературы относится к важному разделу деятельности практикующего врача, научного работника и организатора здравоохранения. Это большой и самостоятельный раздел доказательной медицины, который требует умения и навыков работы с медицинской литературой. Следствием такого подхода является корректная профессиональ-

ная деятельность. Очень подробно данный вопрос описан в книге В.В. Власова (2001). Здесь же уместно упомянуть некоторые детали подхода к правильному подбору, чтению и анализу медицинских публикаций.

Во-первых, необходимо строго ограничить круг обязательно читаемой литературы. Это относится как к бумажным, так и электронным изданиям. Существует понятие *релевантной* публикации, т.е. публикации, посвященной изучаемой проблеме. Среди обилия существующих журналов и книг по медицине имеется своеобразное «ядро» изданий, в котором сосредоточена основная масса публикаций по конкретной теме. Это «ядро» журналов нужно обязательно читать. Далее публикации «распыляются» по другим изданиям по закону, предложенному Г. Бредфордом и носящему его имя. Согласно этому закону, число релевантных статей распыляется по журналам в соответствии со следующей закономерностью: $n_1 : n_2 : n_3 = 1 : (1a) : (1a)^2$, где 1 – число статей в журналах, входящих в «ядро», а = константа, равная 5. Следовательно, если число «ядерных» журналов составляет 15, то круг журналов с релевантными статьями будет рассеиваться следующим образом: 15 : 75 : 5625. Отсюда следует вывод, что кроме «ядерных» журналов остальные можно только просматривать либо пользоваться другими, альтернативными источниками информации. В последнее время в зарубежных медицинских журналах появился новый объективный критерий научной значимости журнала – *импакт-фактор*. Обычно он указывается на титуле издания и обозначает число цитирований данного журнала в других медицинских изданиях, отслеживаемых Институтом научной информации (Institute for Scientific Information, ISI) на протяжении 2 лет. В Интернете некоторые электронные научные издания имеют короткий, но очень важный заключительный раздел: в нем приводится список публикаций, в которых в Интернете уже цитируется данная статья. Это позволяет сразу же оценить ее актуальность и важность для науки и практики.

Во-вторых, необходимо выработать в себе правило четко разграничивать первичную, оригинальную информацию и вторичную, вспомогательную. Отдавать предпочтение нужно первой из них.

В-третьих, любое научное сообщение должно быть четко структурировано. Это – признак высокой культуры автора и, возможно, высокой ценности публикации. Стандартная структура научного сообщения должна иметь следующие разделы:

- *Введение.*
- *Материал и методы исследования.*
- *Результаты исследования.*
- *Обсуждение.*
- *Выводы.*
- *Указатель литературы.*

Современные научные журналы высокой культуры требуют обязательной подробной рубрикации научных сообщений.

По доказательности научных публикаций выделяют 5 степеней:

I – идеальная; в ней имеется контролируемая серия наблюдений с подходящим набором пациентов, каждый из которых обязательно подлежит диагностическому и референтному тесту.

II – сильная; в ней имеется контролируемая серия наблюдений, но с ограниченным спектром изучаемых индивидуальностей, при этом обязательным является наличие стандартных диагностических тестов у всех больных.

III – умеренная; в ней имеется неконтролируемая серия наблюдений в отсутствие референтного теста.

IV – слабая: это – неконтролируемая серия наблюдений без подробной критической экспертной оценки.

V – очень слабая; как правило, это – наблюдения из практики и исследование технической силы новой технологии..

В-четвертых, следует максимально широко использовать электронные средства для доступа к информации, в частности Интернет, компакт-диски. При этом необходимо знать доступ к различным базам данных, используя при этом поисковые машины Интернета.

В-пятых, следует активно посещать научные форумы, конференции, съезды, на которых необходимо уделять внимание не только докладываемым материалам, но и личности докладчика, его умению ориентироваться в рассматриваемом вопросе. Это поможет в дальнейшем составить собственное мнение о ценности его публикаций в медицинских изданиях.



Контрольные термины и понятия для самостоятельной проверки знаний

- *понятие доказательной медицины,*
- *предпосылки введения доказательной медицины в структуру медицинских знаний,*
- *разделы доказательной медицины,*
- *понятие «золотого стандарта»,*
- *четыре основных решения в диагностике,*
- *операционные характеристики теста,*
- *дополнительные показатели информативности теста,*
- *инцидент,*
- *преваленс,*
- *чувствительность,*
- *специфичность,*
- *точность,*
- *прогностичность положительного результата,*
- *прогностичность отрицательного результата,*
- *методы определения операционных характеристик теста,*
- *ROC-анализ,*
- *результативность диагностики,*
- *эффективность диагностики,*
- *действенность (сила) метода диагностики,*
- *доказательное лечение,*
- *доказательная организация здравоохранения,*
- *требования к скринингу,*
- *порочный круг скрининга,*
- *доказательный анализ медицинской литературы,*
- *понятие релевантной публикации,*
- *структура научного сообщения.*

Вопросы для самоконтроля

1. Какие предпосылки имеет доказательная медицина?
2. Какие основные разделы включает в себя доказательная медицина?

3. Какие варианты решений могут встречаться в медицинской диагностике?
4. Какие операционные характеристики обозначают информативность диагностики?
5. Какие вспомогательные критерии описывают диагностическую эффективность?
5. В чем различие информативности при параллельном и последовательном использовании диагностических тестов?
6. Как создается матрица решений при определении операционных характеристик теста?
7. Что такое ROC-анализ, какова сфера его применения?
8. Как рассчитываются ROC-кривые?
9. Как рассчитывать информативность методов диагностики с помощью компьютерных программ?
10. В чем состоит принцип доказательного лечения?
11. Каковы предпосылки для доказательного анализа медицинских публикаций?

Тестовые задания

Первый уровень

1. В основе доказательной медицины лежит:
 - а – авторитет коллег;*
 - б – точно доказанный факт;*
 - в – интуиция;*
 - г – мнение руководителя клиники.*
2. Ошибки 1 типа:
 - а – ложные тревоги;*
 - б – пропуски заболевания;*
 - в – рандомизированные ошибки;*
 - г – систематические ошибки.*
3. Ошибки β -типа:
 - а – ложные тревоги;*
 - б – пропуски заболеваний;*
 - в – ошибки измерения;*
 - г – ошибки калибровки приборов.*

4. Прогностичность положительного результата теста:

- а – априорная вероятность заболевания;*
- б – апостериорная вероятность заболевания;*
- в – рандомизированная вероятность;*
- г – отсутствие ошибок.*

Второй уровень

1. Доказательная медицина – это ...
2. Систематические ошибки – это ...
3. Рандомизированные ошибки – это ...
4. Чувствительность – это ...
5. Специфичность – это ...
6. Прогностичность положительного результата – это ...
7. Прогностичность отрицательного результата – это ...
8. Ложно позитивные результаты – это ...
9. Ложно отрицательные результаты – это ...
10. ROC-кривые предназначены для оценки ...
11. Доказательная терапия – это ...
12. Доказательный анализ научных публикаций – это ...

Третий уровень

1. Какое место занимает доказательная медицина среди других медицинских специальностей?
2. Расскажите о системе экспертных оценок результатов диагностических тестов.
3. ROC-анализ и его место в диагностике.
4. Доказательная система управления здравоохранением.
5. Организация скрининга, выбор методов, «порочный круг» скрининга.
6. Выбор точки, которая разделяет тест на «норму-патологию» с учетом преваленса заболевания, цены ложно положительных и ложно отрицательных результатов.
7. Как правильно подбирать и изучать научную медицинскую литературу?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аладьев В.З., Хунт Ю.Я., Шишаков М.Л.* Основы информатики: Учебное пособие. – М.: Изд «Филинь», 1998.
2. *Блажис А.К., Дюк В.А.* Телемедицина. – СПб, 2001.
3. *Власов В.В.* Эффективность диагностических исследований. – М.: Медицина, 1988.
4. *Власов В.В.* Введение в доказательную медицину. М.: Медиа Сфера, 2001.
5. *Гельман В.Я.* Медицинская информатика. Практикум. СПб.: ПИТЕР, 2001.
6. Информатика. Под ред. Н.В Макаровой. – СПб.: Финансы и статистика, 2001.
7. Информатика. Базовый курс/ Под ред. С.В. Симоновича. 2-е изд. СПб. : ПИТЕР, 2003.
8. *Королюк И.П.* Введение в медицинскую информатику: Учебное пособие. – Куйбышев, 1989.
9. *Королюк И.П.* Основы медицинской информатики. Самара: Офорт, 2006.
10. *Котельников Г.П., Штигель А.С.* Доказательная медицина. Научно-обоснованная медицинская практика. 2-е изд. – Самара, 2007.
11. *Кудрина В.Г.* Медицинская информатика: Методическое пособие.– М.: 1999.
12. *Ластед Л.* Введение в проблему принятия решений в медицине/ Пер. с англ. М.: Мир, 1971.
13. *Линденбратен Л.Д., Королюк И.П.* Медицинская радиология: Учебник. 2-е изд. М.: Медицина, 2000.
14. *Максименко Л.Л.* Медицинская информатика. СтГМА, 2007.
15. Материалы 1-го Российского научного форума МедКомТех. 2003. –М.: 2003.

16. *Миронов С.П., Эльчиан Р.А., Емелин И.В.* Практические вопросы телемедицины. – М.: 2001.
17. *Новиков Ю, Новиков Д., Черепанов А. и др.* Компьютеры, сети, Интернет. СПб.: Питер, 2003.
18. *Синицын В.Е., Морозов С.П.* Медицина в Интернете. - М.: Видар-М, 2003.
19. *Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э.* Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины. – М.: Медиа Сфера, 1988.
20. *Чернов В.И., Есауленко И.Э., Фролов М.В.* Основы медицинской информатики. – М.: Дрофа, 2009.

Оглавление

Предисловие ко второму изданию

Введение.....

ГЛАВА 1. МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....

1.1. Виды медико-биологических данных

1.2. Оценка медико-биологических данных

1.3. Этапы операции с медико-биологическими данными.....

1.3.1. Сбор и первичная обработка
медико-биологических данных

1.3.2. Оценка эффективности измерения данных

1.3.3. Сохранение данных.....

1.3.4. Формализация и стандартизация данных

1.3.5. Фильтрация и очищение данных.....

1.3.6. Кодировка данных

1.3.7. Сортировка и структурирование данных

1.3.8. Преобразование данных.....

1.3.9. Сжатие и архивация данных.....

1.3.10. Защита данных

1.3.11. Транспортировка медицинских данных.....

ГЛАВА 2. ИНФОРМАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ

2.1. Понятие медицинской информации

2.2. Объективность медицинской информации.....

- 2.3. Достоверность медицинской информации
- 2.4. Доступность медицинской информации
- 2.5. Актуальность медицинской информации
- 2.6. Меры медицинской информации

ГЛАВА 3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

- 3.1. Понятие информационной технологии
- 3.2. Информационные услуги в медицине.....
- 3.3. Технология обработки медицинской информации
- 3.4. Технологические уровни обработки информации в медицине.....
- 3.5. Автоматизированное рабочее место (рабочая станция)
- 3.6. Электронные клинические документы.....

ГЛАВА 4. ВВЕДЕНИЕ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНУЮ ТЕХНИКУ.....

- 4.1. Аппаратные средства вычислительной системы.....
- 4.2. Классификация компьютеров
- 4.3. Программное обеспечение компьютеров
- 4.4. Аппаратно-компьютерные медицинские системы.....

ГЛАВА 5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В МЕДИЦИНЕ.....

ГЛАВА 6. КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ В МЕДИЦИНЕ

- 6.1. Понятие компьютерных сетей.....
- 6.2. Локальные компьютерные сети.....
- 6.3. Специальные медицинские компьютерные сети
- 6.4. Всемирная компьютерная сеть Интернет
- 6.4.1. Электронная почта (E-Mail)
- 6.4.2. Списки рассылки (Mail List)
- 6.4.3. Служба телеконференций (Usenet)
- 6.4.4. Служба передачи файлов (FTP)
- 6.4.5. Служба ICQ

6.4.6. Телемедицина

6.4.7. IP-телефония.....

ГЛАВА 7. КОМПЬЮТЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....

7.1. Защита информации от компьютерных вирусов

7.2. Безопасность пользователя при работе с компьютером

ГЛАВА 8.МЕДИЦИНСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ
КАК ОБЪЕКТ ИНФОРМАТИКИ

ГЛАВА 9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ДОКАЗАТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ

9.1. Основные понятия доказательной радиологии

9.2. Операционные характеристики
диагностических методов исследования

9.3. ROC-анализ.....

9.4. Мета-анализ

9.5. Доказательное лечение

9.6. Доказательная организация здравоохранения.....

9.7. Доказательный анализ медицинской литературы.....

Список рекомендуемой литературы

КОРОЛЮК И. П.

МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА

Учебник

Издание 2-е, исправленное и дополненное

Компьютерная верстка Н. Плешаковой
Дизайн обложки И.П. Королюка

По вопросам учебника обращаться к автору по адресу e-mail:
ikoroluk@gmail.com

Подписано в печать _____.
Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Печать _____.
Объем 14,18 усл. печ. л. Тираж 1000 экз. Заказ № _____.

Издательство ООО «Офорт».
443080, г. Самара, ул. Революционная, 70, литера П.
Тел.: 372-00-56, 372-00-57.

Отпечатано в типографии ООО «Офорт».