

Медицинская информатика

Автор: Кобринский Б.А.



ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время в своей профессиональной деятельности врач любой специальности при решении задач медицинской науки и практики обязательно использует информационно-коммуникационные технологии. Именно поэтому в учебные планы всех специальностей высших медицинских учебных заведений включена дисциплина «Медицинская информатика». В связи с этим назрела насущная необходимость в написании учебника, интегрирующего в себе накопившиеся актуальные знания по медицинской информатике и отражающего, с одной стороны, устоявшиеся представления, а с другой — весь спектр современных воззрений на предмет. Первая программа по медицинской информатике для студентов медицинских вузов была подготовлена на кафедре медицинской кибернетики и информатики Российского государственного медицинского университета и утверждена Минздравом России в 2000 г. За прошедшие годы накоплен большой опыт преподавания этой дисциплины. Подготовлена уточненная и дополненная версия программы, соответствующая новым ГОСТам и учебному плану.

Предлагаемый учебник принципиально отличается от издававшихся ранее учебных пособий ориентацией на проблемы именно медицинской информатики, а не основ информатики. В нем подробно рассматриваются информационные медицинские системы в привязке к информационной модели лечебно-диагностического процесса и проблемам управления здравоохранением. Направления развития медицинской информатики в России рассмотрены в учебнике параллельно с соответствующими направлениями, реализуемыми в развитых странах. Большое место отведено перспективам медицинской информатики.

В гл. 1 дана подробная историческая справка. Рассматриваются науки, на основе которых зародилась медицинская информатика: кибернетика, системный анализ, медицинская кибернетика, информатика. В главе приведены основные понятия, определены взаимоотношения медицинской информатики с другими науками.

В гл. 2 дается краткий обзор стандартных прикладных программных средств для решения медицинских задач. Компьютерному анализу биомедицинских данных с помощью математической статистики посвящена гл. 3 учебника.

В гл. 4 рассмотрены телекоммуникационные технологии и Интернет-ресурсы и их использование в медицине и здравоохранении. Описаны основные этапы становления телемедицины в России.

В гл. 5 изложены основные понятия информационных медицинских систем, рассмотрены их отечественные и зарубежные классификации. Приведены основные требования, которые должны выполняться при разработке и внедрении информационных систем.

В гл. 6 — 9 подробно рассмотрены возможности медицинской информатики, нацеленные на поддержку деятельности практикующего врача.

В гл. 10—12 анализируются возможности медицинской информатики в области поддержки деятельности руководителей здравоохранения.

В гл. 13 рассматриваются перспективы медицинской информатики и обсуждаются понятия «единое информационное медицинское пространство» и «единое информационное пространство здравоохранения» с последующим переходом к электронному здравоохранению.

Медицинская информатика является одной из наиболее быстро развивающихся в настоящее время наук. Это не позволяет в полной мере отразить ее текущее состояние.

Авторы с благодарностью примут любые замечания и предложения о совершенствовании данного учебника.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АИС — автоматизированная информационная система

АРМ — автоматизированное рабочее место АС — автоматизированная система

АСУ — автоматизированная система управления

АЦП — аналого-цифровой преобразователь БД — база данных БЗ — база знаний

БИМС — банки информации медицинских служб

ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения

ГИС — географическая информационная (геоинформационная) система

ИВК — измерительно-вычислительные комплексы

ИВЦ — информационно-вычислительный центр

ИМС — информационная медицинская система ИС — информационная система

ИТС — информационно-технологические системы

КТ — компьютерная томография ЛДП — лечебно-диагностический процесс

ЛПР — лицо, принимающее решение ЛПУ — лечебно-профилактическое учреждение

МИАЦ — медицинский информационно-аналитический центр

МКБ — Международная классификация болезней, травм и причин смерти

МКС — мониторно-компьютерная система МРТ — магнитно-резонансная томография

НИИ — научно-исследовательский институт

ОМС — обязательное медицинское страхование ОС — операционная система

ПК — персональный компьютер СГМ — социально-гигиенический мониторинг

СППР — системы поддержки принятия решений — *Decision Support Systems (DSS)*

СУБД — система управления базами данных

ТЗ — техническое задание ТИМС — технологические информационные медицинские

УЗИ — ультразвуковое исследование

ЦДКО — цифровые диагностические кабинеты и операционные — *Digital Operation Room (DOR)*

ЭВМ — электронно-вычислительная машина

ЭИБ — электронная история болезни — *Electronic patient record (EPR)*

ЭКГ — электрокардиография (электрокардиограмма) ЭС — экспертная система

DICOM — Digital Imaging and Communications in Medicine — передача цифровых изображений в медицине

PACS — Picture Archiving and Communication System — система архивации и передачи изображений

TCP/IP — Transmission Control Protocol/Internet P-Protocol — протокол управления передачей в сетях.

ВВЕДЕНИЕ

Медицинская информатика как практическое направление в здравоохранении возникла в России в 1970-х гг. на базе ранее сформировавшегося (в 1950-х гг.) кибернетического направления — моделирования патогенетических механизмов и вычислительной диагностики заболеваний. Основой для развития медицинской информатики во многом послужили работы по созданию первых автоматизированных историй болезни. Следующим этапом была разработка учреждениями и службами автоматизированных систем управления (АСУ). Это направление базировалось на системном подходе и включало в себя обработку данных с помощью традиционных и нетрадиционных методов математико-статистического анализа. В последующем для этого начали все шире применять пакеты статистических программ, ориентированные на специфику биологической и медицинской информации.

В 1980-е гг. в автоматизированных системах (АС) стали использовать собственно врачебные знания: начали создавать экспертные системы, получившие название интеллектуальных.

Медицинская информатика сделалась обязательным элементом образования и последующей деятельности врача, что привело к созданию профильных кафедр и курсов в высших медицинских учебных заведениях.

Глобальная стратегия «Здоровье для всех в XXI веке», выдвинутая Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) в 1998 г., предусматривает совершенствование управления здравоохранением, включая новые технологии и процедуры принятия стратегических решений. В ее рамках развитие медицинской информатики является необходимым условием для обеспечения своевременного получения полноценной и достоверной информации на всех уровнях.

Современные компьютеризированные системы в медицине ориентированы на решение следующих основных проблем:

- 1) мониторинг состояния здоровья разных групп населения, в том числе пациентов групп риска и лиц с социально значимыми заболеваниями;
- 2) консультативная поддержка в клинической медицине (диагностика, прогнозирование, лечение) на основе вычислительных процедур и(или) моделирования логики принятия решений врачами;
- 3) переход к электронным историям болезни и амбулаторным медицинским картам, включая расчеты по лечению застрахованных больных (обязательное и добровольное страхование по различным схемам);
- 4) автоматизация функциональной и лабораторной диагностики.

Медико-технологические системы в той или иной мере предусматривают накопление и хранение медицинской и сопутствующей информации о пациентах. Настоящий этап перехода к комплексной автоматизации медицинских учреждений включает интеграцию систем поддержки врачебных решений (или автоматизированных рабочих мест) в информационные системы.

В 1990-х гг. начали формироваться как территориальные медицинские системы, так и федеральные регистры по отдельным социально значимым видам патологии. Намечился переход к региональным и глобальным корпоративным системам как объединению медицинских персональных данных больных, наблюдающихся в однопрофильных учреждениях (фтизиатрические, психиатрические, кардиологические и т.п.) разных уровней системы здравоохранения. В перспективе основой для оперативного принятия адекватных лечебно-

диагностических решений должно стать единое информационное медицинское пространство клинических данных. Первые шаги в этом направлении уже делаются на региональном уровне. Развитие сетевого подхода, начавшегося с создания локальных сетей в учреждениях, закономерно привело к использованию Интернета при построении больших медицинских сетей. В последнее время Интернет-технологии и телемедицинские технологии, сформировавшиеся как самостоятельные направления, «возвратившись» в систему медицинской информатики, породили новое понятие — «электронное здравоохранение» (*e-Health*). Оно подразумевает «прозрачность» для лечащего врача данных пациента за любой период времени и их доступность в любое время при обращении к базам данных (БД) глобальной медицинской сети при возможности дистанционного диалога с коллегами. Именно это направление позволит осуществить коренную модернизацию здравоохранения и, без сомнения, будет являться ключевой парадигмой медицины в XXI в.

Глава 1 **МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОМАТИКА КАК НАУКА**

1.1. Исторический обзор

Прежде чем начать изучать МИ, следует узнать ее историю. Слово «кибернетика» в Древней Греции означало науку об искусстве управления и относилось к управлению кораблями. В СССР в середине XX в. кибернетика считалась лженаукой, родившейся в США. Первые сообщения о возможных использованиях ЭВМ в медицине и здравоохранении появились в СССР в конце 1950-начале 1960 гг.

Становление мед.кибернетики, а в последующем – МИ в России связано с именами Н.М. Амосова, П.К.Анохина, Р. М. Баевского, А.И.Берга, М.Л.Быховского, Д.Д. Бенедиктова, А.А.Вишневского, С.А.Гаспаряна, И.М.Гельфанда, В.Н.Глушкова, Е.В.Гублера, А.Н.Колмогорова, В.А.Лищука, А.А.Ляпунова, А.А.Малиновского, В.В.Ларина, Г. А. Хая и др.

В 1959 г. был организован Научный совет по кибернетике при Президиуме АН СССР. По инициативе его председателя А. И. Берга в составе Совета была создана биомедицинская секция, которую возглавил В.В.Парин (в составе секции П.К.Анохин, Е.Б.Бабский, Г.М.Франк и др.). При деятельном участии этой секции в течение многих лет издавались профильные номера сборника «Проблемы кибернетики», проводились семинары и конференции по использованию математических моделей.

В 1960 г. в Институте хирургии им. А. В. Вишневского была создана лаборатория кибернетики, которую возглавил М.Л.Быховский.

В том же году в Минске была образована научно-исследовательская группа АМН СССР по прогнозированию мозговых инсультов (руководитель — Н.С.Мисюк). В 1961 г. в Военно-медицинской академии (Ленинград) была создана кафедра военно-медицинской статистики и кибернетики (руководитель — Л. Е. Поляков), правда, через год ее упразднили, а по теме начали читать курс в составе кафедры организации и тактики медицинской службы.

В 1962 г. в Институте туберкулеза и грудной хирургии (Киев) был организован семинар «Некоторые проблемы биокибернетики и применение электроники в биологии и медицине» (руководитель — Н. М.Амосов). В 1964 г. была создана лаборатория биологической и медицинской кибернетики в Северо-западном политехническом институте (Ленинград) на территории Хирургической клиники П.А.Куприянова

(руководитель — В.М.Ахутин), в том же году — лаборатория медицинской кибернетики в Московском научно-исследовательском онкологическом институте им. П.А.Герцена (руководитель — П.Е.Кунин). И это далеко не полный перечень подразделений «первой волны», занимавшихся проблемами, которые в настоящее время изучают специалисты в области медицинской кибернетики и информатики.

Среди направлений, ставших приоритетными с момента начала использования ЭВМ в медицине, особое внимание уделялось помощи врачу при постановке сложных диагнозов и выборе лечебной тактики, контролю за автоматизированным управлением жизнедеятельностью организма в случаях, требующих особой быстроты и точности реакций.

За 1965—1974 гг. в Советском Союзе были сформулированы основные концептуальные положения, которые легли в основу процесса внедрения информационных технологий (информатизации) в здравоохранение, реализованы первые проекты для всех уровней управления отраслью. В этот период были заложены основы инфраструктуры информатизации НИИ и Министерств здравоохранения СССР и союзных республик.

В 1973 г. на медико-биологическом факультете 2-го Московского медицинского института (в настоящее время — Российский государственный медицинский университет) была создана первая в медицинских вузах Европы кафедра медицинской и биологической кибернетики (в настоящее время — кафедра медицинской кибернетики и информатики). Вслед за ней в России было организовано еще несколько кафедр и курсов для подготовки и переподготовки врачей-специалистов в области медицинской информатики.

Следует отметить, что отношение руководителей здравоохранения к проблемам информатизации отрасли было в большинстве случаев отрицательным. Внедрению разрабатываемых систем не способствовала дороговизна ЭВМ, для размещения которых были необходимы огромные помещения и работу которых обслуживал большой штат специалистов.

Период с 1975 по 1985 г. можно охарактеризовать как время создания государственной системы организации и координации работ по внедрению методов информатики и средств вычислительной техники в практическую медицину, создания в регионах территориальных медицинских информационно-вычислительных центров (в настоящее время — медицинские информационно-аналитические центры), подчиненных органам управления региональным здравоохранением. Это привело к изменению мотивации руководителей управления здравоохранением, создало благоприятные условия как для разработки новых проектов, так и для их внедрения.

В 1975—1984 гг. Научным советом по медицинской кибернетике при Минздраве РСФСР (руководитель — С. А. Гаспарян) в научно-проектные исследования были вовлечены крупные центры большинства регионов России, среди которых Владивосток, Горький, Ижевск, Кемерово, Новокузнецк, Ростов-на-Дону, Саратов, Ярославль и др.

До середины 1970-х гг. активно внедрялись отечественные большие вычислительные машины серии ЕС, малые ЭВМ типа СМ, компьютеры «Искра». К сожалению, в конце 1970-х гг. от перспективных отечественных разработок в области вычислительной техники, в частности линии БЭСМ, отказались и перешли к копированию образцов зарубежных ЭВМ. Началось массовое обучение руководителей, преподавателей, врачей основам медицинской кибернетики и информатики. Круг лиц, участвующих в разработке медицинских информационных систем (ИС), значительно расширился.

С 1985 г. начался период существенных изменений в социальной и общественной жизни России. Эти изменения не могли не затронуть медицинскую кибернетику и информатику.

Реформирование здравоохранения и переход на систему бюджетно-страховой медицины, внедрение обязательного и добровольного медицинского страхования резко повысили мотивацию руководителей к информатизации лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) для обеспечения взаиморасчетов со страховыми компаниями.

Произошли реальные сдвиги в отношении к обучению студентов основам информатики и медицинской информатике. Увеличилось количество кафедр медицинской информатики.

В этот период в здравоохранении начали использовать высокопроизводительные персональные компьютеры (ПК) и сформировался свободный рынок их приобретения (до этого получение вычислительной техники существенно лимитировалось). Это позволило перейти к решению задачи создания и внедрения медико-технологических систем различного назначения, но привело к отказу от ранее созданных программных продуктов, не совместимых с новыми ПК.

Тенденции к экономической и политической самостоятельности регионов России после распада СССР привели к ослаблению централизованных методов управления, в том числе в здравоохранении и тем более в информатизации отрасли.

С 1995 г. централизованное финансирование программы информатизации здравоохранения России прекратилось. Однако на всех уровнях управления уже понимали необходимость информатизации отрасли. Основными источниками финансирования стали средства ЛПУ, территориальных фондов обязательного медицинского страхования (ОМС), коммерческих организаций, ведомств.

Отсутствие координации действий привело к безудержному развитию одних направлений информатизации здравоохранения и отставанию других. Разработкой и внедрением медицинских информационных систем наряду с НИИ и медицинскими информационно-вычислительными центрами (ИВЦ) стали заниматься многочисленные коммерческие структуры. Тем не менее, рубеж веков ознаменовался интенсификацией процессов информатизации специализированных служб, созданием первых реально актуализируемых персонифицированных регистров регионального и федерального уровней.

Дальнейшее совершенствование ПК способствовало разработке медико-технологических систем, нацеленных на поддержку деятельности врача, в том числе

экспертных систем (ЭС), автоматизированных рабочих мест (АРМ). Развитие БД, сетевых технологий ускорило создание и внедрение ИС.

В настоящее время ЛПУ переходят к осуществлению своей деятельности в условиях комплексной информатизации; локальные информационные сети объединяются в региональные и федеральные. Быстро развивается телемедицина, расширяется спектр областей, в которых она применяется. Однако в информатизации здравоохранения России по-прежнему остается чрезвычайно много проблем.

1.2. Основные понятия медицинской информатики

Определение кибернетики как науки, получившее наибольшее распространение в России, принадлежит А. И. Бергу.

Медицинская кибернетика — это наука об управлении в сложных динамических медицинских системах. Систему в свою очередь можно охарактеризовать как совокупность взаимозависимых и взаимообусловленных элементов, обладающую свойствами, не присущими каждому элементу в отдельности.

Методология познания и практики, в основе которой лежит исследование объектов как систем, носит название «системный подход». Этот подход способствует адекватной постановке проблем и выработке эффективной стратегии их изучения. Специфика системного подхода состоит в том, что он ориентирует исследование на раскрытие целостности объекта, выявление типов связей внутри него и сведение их в единое целое.

Элементы, не входящие в систему, называются окружением этой системы.

Выбор системы — выделение некой совокупности элементов материального мира, связанной с интересами исследования, — зависит от произвольного акта мыслительной деятельности. Одновременно происходит определение элементов системы (в качестве системы можно рассматривать клетку, а можно — физиологическую систему организма, например сердечно-сосудистую систему и т.д.). Весь материальный мир можно описать взаимодействиями между объектами природы, которые объединяют в некие совокупности и называют системами.

Совокупность структуры и функций системы называют организацией системы. Структура — это пространственное отношение элементов между собой, а функции — энергетические связи между элементами, в результате которых получается та выходная функция, которой обладает система.

После того как исследователь выбрал систему, он должен определить параметры, которые измеряются при оценке ее состояния. Многое зависит от цели исследования объекта. Например, кардиолог, исследуя пациента, использует данные ЭКГ, значения давления (артериального, венозного), потоков — ударного и сердечного индексов, сопротивления — большого и малого кругов кровообращения; пульмонолог — значения дыхательного и минутного объемов, неравномерности вентиляционно-перфузионных отношений и т.д.

Таким образом, состояние моделируемой системы зависит от состояния ее параметров, которые в свою очередь определяются выбором исследователя.

Состояние системы на данный момент времени определяется количественными значениями набора существенных переменных.

Значения переменных могут меняться во времени. Изменение количественного значения хотя бы одной переменной называется событием. Действие — это событие, которое генерирует сама система. Поведение системы — это цепь действий, направленных на изменение состояния системы.

Понятие «информация» (от лат. *informatio* — разъяснение, изложение) определяют с двух разных точек зрения: философской и прикладной.

Н. Винер определил понятие информации с помощью отрицания, считая, что это и не материя, и не энергия. В.Н.Глушков первым высказал мнение, что информация присуща всей материи (вся материя обладает информацией). Общеизвестно, что материя обладает массой (всякая частица, включая фотон) и энергией (энергия — мера движения материи).

По современным философским представлениям информация — это мера распределенности массы и энергии в пространстве и времени. Она объективна и не зависит от сознания. Это один из обязательных атрибутов материи.

В прикладном значении понятие «информация» упоминается чаще.

Данные — это полученные в результате наблюдения (исследования) числа или обнаруженные явления, обозначаемые символами или словами, которые фиксируются, передаются с помощью средств связи, могут обрабатываться с использованием вычислительной техники.

Данные, накапливаемые индивидуумом как результат опыта и зафиксированные в той или иной форме, представляют собой знания.

Информация — это первичные и(или) переработанные данные. В толковом словаре С.И.Ожегова и Н.Ю.Шведовой (1999) дается следующее определение: «Информация — это: 1) сведения об окружающем мире и протекающих в нем процессах; 2) сообщения, осведомляющие о положении дел, о состоянии чего-либо». Определений понятия «информация» множество.

Важнейшими свойствами информации являются объективность, полнота и доступность.

Информацию подразделяют по форме представления (текстовая, числовая, графическая, звуковая), способам восприятия (визуальная, тактильная, обонятельная, вкусовая) и т.д.

Информационный процесс — это перенос и восприятие данных от исследуемого (передающего) объекта к воспринимающему. Элементами информационного процесса являются: источник энергии, канал связи (среда, по которой передается сигнал), исследуемая система, воспринимающая система, кодовая система. Информационные процессы имеют место во всех профилях клинической медицины и здравоохранения. Более того, от их реализации напрямую зависит качество оказываемой медицинской помощи и эффективность управления отраслью.

Медицинская информация в широком смысле этого словосочетания — это любая информация, относящаяся к медицине, а в узком (персонифицированном) смысле — информация, относящаяся к состоянию здоровья конкретного человека.

Г. И. Назаренко с соавт. (2005) разделили виды медицинской информации на четыре группы:

- 1) алфавитно-цифровая — большая часть содержательной медицинской информации (все печатные и рукописные документы);
- 2) визуальная (статическая и динамическая) — статическая — изображения (рентгенограммы и др.), динамическая — динамические изображения (реакция зрачка на свет, мимика пациента и др.);
- 3) звуковая — речь пациента, флуометрические сигналы, звуки при доплеровском исследовании и т.д.;
- 4) комбинированная — любые комбинации описанных групп.

Необходимо отметить, что врач почти всегда имеет дело именно с комбинированными видами информации о пациенте.

Медицинская информация должна постоянно обновляться и нуждается в интерпретирующей среде.

Медицинская персонифицированная информация должна быть конфиденциальной. Наиболее высокий уровень, на котором такая информация может быть доступна (только тем, кому она необходима при непосредственном взаимодействии с пациентом), — это уровень ЛПУ (поликлиники (консультации), стационара, диспансера, специализированного центра). При движении информационных потоков «наверх» — на муниципальный, территориальный и федеральный уровни — должны быть обеспечены деперсонализация и последующее интегрирование информации с ее преобразованием в формы статистических параметров, обеспечивающих возможность судить о результатах деятельности врача, отделения, ЛПУ, муниципального образования, как в медицинском, так и в экономическом аспектах. Самая высокая степень интеграции информации — на федеральном уровне. Не обходима и возможность обратной связи — запроса и получения соответствующей регламентированной информации с предыдущего уровня.

Информация почти всегда является ответом на вопрос. Наиболее простые вопросы те, на которые можно дать только два равновероятных ответа («да», «нет»). В кибернетике и информатике за единицу информации принято считать такое количество информации, при котором из двух равновероятных возможностей можно выбрать одну. Такая единица информации называется бит.

Количество информации, которое необходимо для получения ответа при выборе из нескольких возможностей, равно логарифму по основанию 2 от числа возможностей. Один бит информации равен $\log_2 2 = 1$. Используются и более крупные единицы информации: 1 байт = 8 бит, 1 килобайт = 1 024 байт, 1 мегабайт = 1 024 килобайта и т.д.

В кибернетике принято кодировать информацию с помощью двоичной системы счисления. Двоичный принцип кодирования удобен тем, что позволяет на основе

простых технических элементов воспроизводить как количественные, так и логические зависимости.

В двоичной системе счисления за основание принято число 2, т.е. используется всего два знака: 0 и 1 («нет» и «да»), с помощью которых можно представить любую информацию.

Информация в любых системах передается по каналам связи. Они должны обеспечивать воспроизведение сигнала, так как искажение его структуры приводит к искажению информации. Обычно искажение сигнала в канале связи происходит под влиянием различных помех, которые называют шумом. Причины появления шума могут быть разными.

Например, при разговоре каналом связи является воздух. Любой студент знает, что в тихой аудитории можно без напряжения слышать и понимать негромкую речь лектора. Если же кроме лектора в аудитории разговаривают и студенты, создавая шум, то речь лектора смешивается с шумом и воспринимать материал становится сложнее или вообще невозможно.

На «чисто» записанной ЭКГ легко можно выделить и обсчитать все зубцы и интервалы. На ЭКГ при среднем уровне шума (например, при сетевой помехе) анализ зубцов Р и Т невозможен. При высоком уровне шума анализ ЭКГ невозможен вообще.

1.3. Место медицинской информатики в здравоохранении

Информатика как самостоятельная наука появилась в конце XX в. Хотя, как удачно заметил Г. А. Хай (2007), информатика существовала с момента возникновения человеческого общества, но не имела этого наименования (Врач и информационные технологии. — 2007. — № 6. — С. 12). Слово «информатика» — комбинация из двух других — информация и автоматика.

Информатика — это наука об обработке, преобразовании, хранении, передаче и представлении информации.

В технологическом аспекте информатика взаимодействует со статистикой; в гуманитарном — с когнитологией, психологией восприятия и т.д.

Число ссылок на ресурсы Интернета, относящиеся к медицинской информатике, значительно превосходит число ссылок на «другие информатики» (в 2 раза по сравнению с биоинформатикой, в 3 — 4 раза по сравнению с математической и физической информатикой).

Врачевание всегда считалось чем-то средним между искусством и ремеслом. В последнее десятилетие медицину все чаще называют «слабоформализованной» или «слабоструктурированной» областью деятельности. Врач часто принимает решения в условиях одновременно недостатка и избытка информации о пациенте при дефиците времени, руководствуясь собственным опытом и интуицией, называя это сочетание клиническим мышлением. При этом всем понятно, что ответственность за принимаемое решение высока, а «цена вопроса» нередко — человеческая жизнь. До сих пор на старших курсах медицинских вузов и, особенно, в интернатуре и ординатуре клиническим дисциплинам учат по принципу «делай, как я».

В то же время в клинической деятельности все больше ситуаций, в которых врач обязан действовать строго заданным образом, в соответствии со стандартами оказания медицинской помощи и регламентирующими документами, и количество таких ситуаций в будущем будет увеличиваться. Хотя это не исключает «включения» механизмов интуиции, основанной на знаниях, как результате большого опыта.

Лечебно-диагностический процесс сопровождается сложноорганизованными и объемными информационными потоками: сообщениями о состоянии пациента, результатах проведенных ему исследований, проводимом и запланированном лечении. Все данные должны нужным образом оформляться и вовремя попадать по назначению.

Наряду с чисто клиническими вопросами, связанными с лечением конкретного человека, огромный интерес представляют вопросы организации адекватного оказания медицинской помощи населению. Их значение для жизни общества трудно переоценить.

Итак, информационные процессы в разных областях деятельности похожи, но многие аспекты зависят от предметной области. Специфика информационных процессов в деятельности медицинских работников способствовала бурному развитию медицинской информатики. Нельзя сбрасывать со счетов и естественный интерес общества к медицине, и желание улучшить качество медицинской помощи с использованием новых технологий.

В настоящее время медицинская информатика признана как самостоятельная наука, имеющая свои предмет и объект изучения и занимающая свое место среди других наук.

Определений медицинской информатики как науки (или научной дисциплины) в настоящее время существует довольно много.

Американский ученый Э. Шортлифф (1995) указывает, что медицинская информатика ориентирована на биомедицинскую информацию, данные и знания, их хранение, передачу и оптимальное использование для решения проблем или принятия решений. По мнению Д.Д. Бенедиктова (1997) медицинская информатика способствует расширению горизонтов и возможностей познания, профилактики и лечения болезней, охраны и улучшения здоровья человека.

В. Г. Кудрина в учебном пособии «Медицинская информатика» (1999) писала, что медицинская информатика — это научная дисциплина, представляющая собой систему знаний об информационных процессах в медицине, здравоохранении и смежных дисциплинах, обосновывающая и определяющая способы и средства рациональной организации и использования информационных ресурсов в целях охраны здоровья населения.

По мнению В.Я. Гельмана (2001) медицинская информатика представляет собой прикладную медико-техническую науку — результат «перекрестного взаимодействия» медицины и информатики.

По мнению авторов настоящего учебника медицинская информатика — это наука об обработке, преобразовании, хранении, передаче и представлении информации в

области здравоохранения на основе использования информационно-коммуникационных технологий.

Медицинская информатика рассматривает медицинские приложения информационных технологий и использование как универсальных, так и специальных средств и систем, причем в настоящее время упор делается на последние.

Методы медицинской информатики необходимо применять (и они уже нередко используются) во всех областях медицины и здравоохранения. Они находят применение на этапах лечебно-диагностического процесса: диагностика — назначение лечения — прогнозирование (течения заболеваний и осложнений) — лечение — наблюдение. Информационные технологии должны использоваться в ЛПУ всех видов и любого медицинского профиля (подробнее см. гл. 6). Без грамотно разработанных информационных медицинских систем немислим возврат к одному из главных достижений советского здравоохранения — полноценному профилактическому направлению с проведением целевых диспансеризаций. Без медицинской информатики невозможна динамическая объективная оценка состояния здоровья населения и окружающей природной среды как на территориальном, так и федеральном уровнях, а значит, и принятие адекватных решений.

Планирование научных экспериментов, грамотная организация работы медицинских учреждений, объективная оценка их деятельности — все это должно осуществляться с помощью медицинской информатики. Можно сказать, что вся клиническая медицина и здравоохранение «проросли» медицинской информатикой.

Всем, кто занимается медицинской информатикой, понятно, что именно эта научная дисциплина призвана сыграть главную роль в создании единого информационного пространства здравоохранения. Конечно, это потребует много времени и участия людей разных профессий. Решать такую задачу следует эволюционно, опираясь на уже имеющиеся системы, которые станут подсистемами и фрагментами будущего пространства (подробнее см. гл. 13). Интеграция фрагментов — не простая задача, но предпосылки для ее решения уже есть — это получающие все большее распространение стандарты взаимодействия ИС и передачи данных (см. гл. 5).

Вопрос взаимоотношений между медицинской кибернетикой и медицинской информатикой сложный и неоднозначный. С одной стороны, в отечественном здравоохранении традиционно имел место приоритет управления и информация рассматривалась в контексте «информационного обеспечения», а с другой — всем управленческим процессам предшествуют информационные.

Медицинская информатика «выросла» из медицинской кибернетики. В настоящее время она шире по охвату проблем, и есть ученые, которые считают медицинскую кибернетику одной из областей медицинской информатики. Станет ли это реальностью — покажет время.

Контрольные вопросы

1) Назовите отечественных ученых, внесших вклад в становление и развитие медицинской кибернетики и информатики.

- 2) Дайте определение медицинской кибернетики как науки.
- 3) Что такое система? Дайте определение понятиям «выбор системы», «организация системы», «состояние системы».
- 4) Что такое информация?
- 5) Дайте определение понятиям «данные», «знания».
- 6) Что является единицей информации? Как принято кодировать информацию?
- 7) Что такое информационный процесс?
- 8) Дайте определение МИ как научной дисциплины.
- 9) Определите место МИ в з/о.
- 10) Охарактеризуйте взаимоотношения между медицинской кибернетикой и МИ.

Глава 2

СТАНДАРТНЫЕ ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАТИКИ

2.1. Применение текстового редактора в медицинских задачах

В предыдущей главе уже упоминалось, что при решении задач медицинской информатики можно использовать стандартные программные средства, хотя все чаще для этого применяют специально разработанные программы.

В настоящее время не все медицинские учреждения оснащены программными продуктами, которые обеспечивали бы, например, ведение истории болезни. Далеко не каждое отделение ЛПУ использует систему хотя бы ограниченного электронного документооборота. В то же время применение стандартных программных средств, распространенных повсеместно, позволяет формировать отдельные медицинские документы в электронном виде и осуществлять статистическую обработку данных о состоянии здоровья пациентов.

Среди применяемых в настоящее время текстовых редакторов самым используемым является текстовый процессор *MS Word* — разработанная фирмой *Microsoft* программная система, входящая в комплекс *Microsoft Office*. Она относится к классу программ текстового редактирования, таких как «Блокнот», *WordPad* и др. Отличием *MS Word* от других редакторов является его многофункциональность, насыщенность средствами автоматизации для форматирования текста, построения таблиц, введения в текст формул, графиков, рисунков, возможность работы с большими документами. Именно поэтому *MS Word* считают не текстовым редактором, а текстовым процессором.

Редактирование — это изменение содержания текста. К операциям редактирования относятся вставка, удаление, замена символов или фрагментов, перемещение фрагментов в пределах документа.

Форматирование — придание тексту формы, способствующей его легкому восприятию и соответствующей общепринятой форме для конкретного документа. Оно осуществляется путем обращения к соответствующему пункту главного меню или с помощью панели инструментов «Форматирование».

2.2. Применение электронных таблиц при работе с медицинскими данными

Табличные процессоры (электронные таблицы) — удобное средство для проведения расчетов, построения диаграмм и анализа данных. Наиболее распространенные электронные таблицы *MS Excel* имеют большие графические возможности и совместимы с *MS Word*, что удобно при формировании документов.

Для упрощения работы с формулами в *MS Excel* есть заранее заготовленные функции (около 200). Вставить функции в формулу можно с помощью меню.

Построение диаграмм осуществляется с помощью мастера диаграмм на основе ряда данных. Например, необходимо построить диаграмму общей заболеваемости в Российской Федерации по годам. Соответственно, в одном столбце будут годы, в другом — количество заболевших.

Диаграммы *Excel* сохраняют связь с данными, на которых построены: при внесении изменений в данные автоматически изменяется и диаграмма.

Электронные таблицы *MS Excel* обеспечивают возможности статистического анализа данных. Выбор метода осуществляется с помощью меню. Среди инструментов анализа описательная статистика, однофакторный дисперсионный анализ, двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями, двухфакторный дисперсионный анализ без повторений, корреляция, ковариация, экспоненциальное сглаживание, двухвыборочный F-тест для дисперсии, анализ Фурье и др.

Медицинский работник, и в первую очередь врач, должен понимать, какие математические вычисления и почему используются в том или другом методе, осознанно выбирать методы обработки данных, адекватно оценивать, какие результаты и почему он получил, грамотно их интерпретировать.

2.3. Возможности систем управления базами данных при построении информационных систем

Основой многих информационных медицинских систем (ИМС) являются базы данных (БД).

База данных — это организованная совокупность данных, предназначенная для длительного хранения во внешней памяти ЭВМ, постоянного обновления и использования. Также БД можно определить как объективную форму представления и организации совокупности данных, систематизированных таким образом, чтобы эти данные могли быть найдены и обработаны с помощью стандартных или специальных программ. Обычно БД можно рассматривать как информационную модель реальной системы.

Классификация БД. Базы данных классифицируют на основе разных признаков. Одним из системообразующих признаков может быть характер хранимой информации. По нему БД подразделяют на фактографические и документальные. *Фактографические* содержат в себе данные в строго фиксированных форматах и краткой форме, являясь электронным аналогом каталогов. *Документальные* БД похожи на архив документов.

Другим системообразующим признаком является способ хранения информации. По нему БД подразделяются на централизованные и

распределенные. В централизованной БД вся информация хранится на одном компьютере. Это может быть отдельный компьютер, но чаще — сервер, к которому подключены клиенты-пользователи. *Распределенные* БД функционируют в локальных и глобальных сетях. В этих случаях фрагменты БД могут храниться на разных компьютерах или серверах.

Локальная сеть объединяет компьютеры одного подразделения или учреждения, расположенного в одном здании.

Региональные и глобальные сети — это интегрированные локальные сети определенной территории, обеспечивающие функционирование ИС определенной направленности (территориальное здравоохранение, онкологическая служба и т.д.).

Еще одним системообразующим признаком классификации БД является структура хранимых данных. По нему БД подразделяют на иерархические, сетевые и реляционные (табличные).

Иерархические БД в графическом изображении часто сравнивают с деревом, перевернутым кроной вниз. На верхнем уровне находится один объект, на втором — несколько (объекты второго уровня), на третьем — еще больше (объекты третьего уровня) и т.д. Между объектами есть связи. Объект, находящийся выше по иерархии («предок»), может быть связан с несколькими объектами более низкого уровня («потомками»), а может и не иметь их. Объект ниже по иерархии может иметь только одного «предка». Объекты, имеющие общего «предка», называются «близнецами».

Самым распространенным и всем известным примером иерархической БД является Каталог папок *Windows*. Верхний уровень (Рабочий стол) — «предок», второй уровень (Мои документы, Мой компьютер, Сетевое окружение, Корзина и т.д.) — «потомки».

Сетевые БД являются обобщением иерархических за счет допущения объектов, имеющих более одного «предка». В сетевых моделях на связи между объектами никаких ограничений не накладывается. Наглядным примером сетевой БД является компьютерная сеть Интернет, в которой с помощью гиперссылок многие миллионы документов связаны между собой в распределенную БД. Не зря Интернет очень точно часто называют Всемирной паутиной.

Реляционные БД (от англ. *relation* — отношение) в настоящее время наиболее распространены. В них используется табличная модель данных. Такая БД может состоять из одной таблицы, а может — из множества взаимосвязанных таблиц.

Структурными составляющими таблицы являются записи и поля. Запись БД — это строка таблицы, содержащая информацию об отдельном объекте системы, например об одном пациенте. Поле БД — это столбец таблицы, содержащий характеристику (свойство, атрибут) объекта, например пол пациента, его возраст и т.д. Каждая таблица должна содержать хотя бы одно поле или несколько полей, содержимое которого уникально для каждой записи в данной таблице (ключ). Иначе говоря, ключ однозначно идентифицирует запись в таблице. В большинстве реально функционирующих медицинских реляционных БД используется составной ключ, например фамилия пациента, год рождения, номер истории болезни. Каждое поле таблицы имеет определенный тип, который определяется типом данных, которые в нем

содержатся. Поле каждого типа имеет набор свойств. Наиболее важными из них являются размер поля — длина, формат поля — формат данных, которые в нем содержатся, обязательное поле — указание на то, что данное поле должно заполняться обязательно.

Системы управления базами данных. Система управления базами данных (СУБД) — это программное обеспечение, предназначенное для работы с БД: их определения, создания, поддержки, осуществления контролируемого доступа.

С помощью СУБД пользователь может:

- 1) разрабатывать структуру БД;
- 2) заполнять БД;
- 3) редактировать структуру и содержание БД;
- 4) искать информацию по БД;
- 5) осуществлять защиту и проверку целостности БД в ограниченном размере.

Системы управления базами данных могут быть ориентированы на применение как программистами, так и специалистами в конкретной предметной области. Они предоставляют специальные инструментальные средства для разработки БД.

Среди распространенных в России сложных СУБД, ориентированных на специалистов, следует назвать *Oracle* и *Microsoft SQL*.

Система управления базами данных MS Access. Данная система ориентирована на продвинутого пользователя. После недолгого обучения она позволяет выполнять основные действия: создавать БД, заполнять и редактировать ее, осуществлять поиск и выборку данных.

MS Access работает под операционной системой (ОС) *Windows*, может использоваться как на отдельном ПК, так и в составе локальной сети. Она не рассчитана на хранение больших объемов информации и может «разрушаться» при попытке ее применения как многопользовательской БД, поэтому для разработки больших БД *MS Access* не используется. Бывают случаи, когда при разработке и эксплуатации крупных проектов с БД *MS Access* используется для создания клиентской части — рабочих мест.

MS Access имеет интерфейс, типичный для приложений ОС *Windows*. Она работает с данными, которые также представляют собой определенную иерархию.

Таблица — главный тип объекта, состоящий из записей и полей; форма — вспомогательный объект, обеспечивающий удобства при редактировании, просмотре данных; запрос — команда обращения к СУБД (по отбору данных на основании заданных условий); отчет — документ, сформированный на основе информации по результатам запросов и таблиц.

Построение базы данных. Построение БД включает в себя два основных элемента: проектирование и создание.

Проектирование БД в свою очередь включает анализ предметной области, анализ данных и построение реляционной модели данных.

Анализ предметной области основывается на информационной модели исследуемого объекта, например ЛПУ. Первой шаг системного анализа любого процесса — это его

разделение на последовательные этапы. На каждом этапе выделяют и описывают происходящие на объекте информационные процессы.

Анализ данных подразумевает выделение информации, используемой на каждом этапе процесса, и планирование таблиц (в реляционной БД).

Создание реляционной модели данных заключается в описании всех используемых в ней таблиц (отношений) и построении схемы БД — системы связей между таблицами. Связи между таблицами осуществляются через одноименные поля: «один к одному» — одна запись в одной таблице связана с одной записью другой таблицы на одном уровне иерархии; «один ко многим» - одна запись в одной таблице связана с множеством записей в другой таблице (между соседними уровнями иерархической структуры). Организация связей между таблицами обеспечивает одно из важнейших качеств БД, называемое целостностью: СУБД не допустит, чтобы поля с одинаковыми именами в разных, связанных между собой, таблицах имели бы разные значения. Другими словами, СУБД осуществляет автоматический контроль за согласованностью взаимосвязанных данных разных таблиц. На этом проектирование БД завершается.

Создание БД состоит из разработки структуры БД и заполнения ее данными. Описание создания конкретной БД выходит за рамки задач данного учебника.

Контрольные вопросы

- 1) Как можно использовать *MS Word* в медицинских задачах?
- 2) Какие возможности предоставляет врачу *MS Excel*!
- 3) Дайте определение базы данных.
- 4) По каким признакам классифицируют базы данных?
- 5) Дайте характеристику основных понятий организации реляционной БД.
- 6) В чем заключаются особенности СУБД *MS Access*!
- 7) Дайте определение системе управления базами данных.
- 8) Какие этапы включает в себя построение базы данных?

Глава 3

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

3.1. Программные средства математической статистики

Математическая статистика — универсальный инструмент для анализа любых данных, в том числе экспериментальных клинических и биомедицинских. Но выбираемый метод должен отвечать поставленной цели и быть адекватным по отношению к характеру анализируемых данных. Современный врач-исследователь должен осмысленно выбирать методы, применяемые к конкретной клинической (экспериментальной) задаче, и критически оценивать, а также содержательно интерпретировать полученные результаты.

Статистический анализ можно проводить вручную, если данных немного, используемые методы просты, а расчеты вследствие этого не трудоемки. Но в

подавляющем большинстве случаев необходимо пользоваться специальными программными пакетами для ПК, которые так и называются — статистическими.

С конца 1970-х гг. в России самым популярным для использования в медицине и биологии был пакет *BMDP*. Обработка данных проводилась на так называемых «больших» машинах серии ЕС с предварительной набивкой данных на перфокарты.

В первой половине 1990-х гг. лидерство захватили статистические пакеты для персональных ЭВМ, работающие под управлением ОС *MS DOS*. Одним из математически мощных, не накладывающих практически никаких ограничений на объем обрабатываемой информации, был пакет *SAS*. Часть исследователей работала с пакетом *BMDP* для ПК, но безусловным лидером по количеству пользователей был пакет *Statgraphics*, обладающий широкими возможностями, достаточно простой в эксплуатации, но имеющий ограничения по числу анализируемых переменных.

В настоящее время наибольшее распространение в России получили статистические пакеты, работающие под *Windows*: *Statistica*, *SPSS*, *SAS*

Для того чтобы успешно применять математическую статистику, ее нужно знать хотя бы в том объеме, который реально необходим для осознанных действий. Кроме того, нужно уметь использовать статистический пакет. С практической точки зрения лучше ориентироваться на один и тот же пакет в течение ряда лет. Переход от пакета к пакету ведет к необходимости переучивания, пусть и в относительно небольшом объеме.

3.2. Особенности медицинских данных

Первым шагом, предваряющим собственно статистический анализ, является исследование типа данных, основными из которых являются количественные и качественные.

Качественные данные подразделяются на порядковые, или ранговые (например, тяжесть проявлений заболевания), и классификационные, или номинальные (например, перенесенные заболевания, классы ксенобиотиков). Процедура ранжирования данных, т.е. упорядочивания их в соответствии с числовыми градациями, проводится в возрастающем, либо в нисходящем ряду значений. Число градаций, характеризующих данные, не должно быть излишне большим, так как в этом случае увеличивается элемент субъективности.

При обработке данных часто приходится переводить качественные данные в количественные. В свою очередь количественные данные могут подвергаться квантованию в зависимости от поставленной задачи (для выделения интервалов, соответствующих различным состояниям, например температура нормальная, субфебрильная, высокая и др.), и тогда они становятся аналогичны качественным шкалированным.

В случае пропусков информации (отсутствующие данные) нельзя использовать так называемое «обнуление», т.е. приписывать кодовое число нуль, так как это в большинстве случаев совпадает с кодированием нормы по данному признаку. Также методически неверно использовать среднее по классу, особенно при малых выборках, так как классы далеко не всегда являются однородными (гомогенными).

Предпочтительно исключать такие наблюдения или кодировать пропущенные данные специальным знаком (числом) при условии, что «обход» таких «значений» предусмотрен в программе, т.е. обработка проводится только по известным значениям данных.

В клинической и экспериментальной медицинской практике исследователь реже употребляет слово «данные», но чаще — «параметры» или «переменные», ставя между этими понятиями знак равенства.

Нужно отличать понятие «переменная» от понятия «признак»: температура тела — параметр (переменная), температура тела более 37° С — признак (человек нездоров). Переменные бывают непрерывными и дискретными, в том числе, дихотомическими (принимающими одно из двух значений, например «здоров — болен»).

В клинической практике переменные часто описываются шкалами. Как было отмечено ранее, шкалы бывают качественными (сознание ясное, спутанное и т.д.), классификационными (цвет кожных покровов — розовые, синюшные, желтушные, характер хрипов в легких — сухие, влажные мелкопузырчатые, крупнопузырчатые и т.д.) и количественные, в том числе интервальные, порядковые, балльные.

Интервальные переменные (например, ударный объем, мл: 50 — 80, менее 50, более 80) полезно использовать для решения конкретной клинической задачи. Их также можно переводить в порядковые (на основе построения шкал), но лучше (при наличии возможности и если это не противоречит смыслу решаемой задачи) использовать собственно количественные значения переменной.

Балльные шкалы получают по-разному: после предварительной математической обработки, на основе чисто клинической оценки параметра, комбинированным способом.

Как правило, затруднения в отнесении параметров к количественным или качественным не возникают. Гораздо сложнее при переводе качественных данных в количественные, когда реально нужно определить «вес» градаций качественного параметра. Не всегда правомерен вариант «в лоб»: 1, 2, 3, 4 и т.д. (но не более девяти значений, исходя из известного закона в области психологии, определяющего пределы способности человека к переработке информации). Часто для получения реальных «весов» параметров необходимо проводить дополнительное исследование. Особым типом данных являются даты. Бывает, что по смыслу работы с ними приходится производить действия (например, определять, сколько времени прошло между соседними исследованиями), поэтому нужно следить, чтобы они записывались в определенном формате.

Важен вопрос о точности измерения и представления медицинских параметров. Понятно, что точность исходных данных определяется точностью метода и(или) прибора, с помощью которых осуществляется измерение.

В *описательной статистике* при работе с медицинскими данными необходимо поступать следующим образом: с одной стороны, не допускать потерь информации исходно — использовать данные с той точностью, которая имеет место при измерении; с другой — при представлении результатов статистической обработки

данных не приводить избыточной информации — в большинстве случаев достаточно той точности представления информации, что и в исходных данных, либо использования одного Дополнительного разряда. Обычно при предъявлении числовых данных указываются два знака после запятой. Исключением являются случаи представления констант и весовых коэффициентов функций, полученных в результате многомерного анализа (например, дискриминантного); тогда в результирующих таблицах обязательно должны приводиться все цифры после запятой.

Следует остановиться на еще одной особенности медицинских данных.

В *математической статистике* выводы основаны на допущении: то, что верно на случайной выборке, верно и для генеральной совокупности, из которой она получена.

Генеральная совокупность — это набор данных, описывающих нечто всеобъемлющее, например все дети, живущие на планете Земля, вся совокупность пациентов, которые могли бы получать определенный препарат и т. п.

Выборка — часть генеральной совокупности, описывающая ее с той или иной долей погрешности.

Часто сформировать истинно случайную выборку из генеральной совокупности не представляется возможным в силу того, что для выполнения требований репрезентативности объекты исследования (пациенты) должны проживать на разных континентах земного шара. Проведение таких исследований в настоящее время возможно, однако в силу существенных физиологических различий между людьми, живущими в разных уголках планеты, может быть потерян клинический смысл исследования. Это утверждение справедливо для достаточно широко распространенных в настоящее время международных мультицентровых исследований, посвященных, например, метаболическому синдрому, в которых принимают участие крупные отечественные центры и институты. В таких случаях выборка должна быть репрезентативна к исследуемой популяции (населению РФ или определенных, этнически сходных, регионов России).

Современная технология статистического анализа данных включает:

- 1) постановку задачи и планирование исследования: составление детального плана сбора исходных данных, определение характера выборки;
- 2) подготовку данных;
- 3) выбор методов обработки данных;
- 4) проведение анализа данных;
- 5) интерпретацию и представление результатов анализа.

Суть современной технологии обработки медицинских данных с помощью методов математической статистики и их последующей интерпретации кратко изложена в подразд. 3.3 — 3.5.

3.3. Подготовка, предварительный анализ информации и выбор методов обработки данных

Рассмотрим пример из клинической дисциплины.

Постановка задач и планирование исследования. Предпочтительным вариантом является строгий подход, когда до проведения исследования есть

полная ясность, для чего предпринимается работа, сколько и каких исследований будет осуществлено, какие методы и почему будут применяться для обработки полученного материала. Это позволяет оптимизировать усилия исследователя и затраты ресурсов.

Данный вариант исследования не исключает использования (целиком или частично) ретроспективных данных (собранных ранее и имеющихся в медицинской документации). В принципе нужно помнить, что в этом случае исследователя подстерегает еще одна «ловушка», связанная с различным толкованием симптомов. Это же может иметь место и при проспективном исследовании с участием группы врачей, особенно придерживающихся различных научных школ. Поэтому помимо списка признаков, характеризующих заболевание, необходимо иметь их стандартные описания. Это в значительной степени позволит избежать различий в толковании одних и тех же симптомов. Однако в клинической практике до сих пор достаточно часто сначала получают данные, а уже затем клиницист решает, каким образом на имеющемся материале получить некий обобщающий результат.

Подготовка данных. Данные для статистического анализа принято готовить в виде таблицы (таблиц). Современные статистические пакеты работают с данными наиболее распространенных в настоящее время форматов, в том числе *.dbf* и *.xls*.

В строки таблицы заносятся объекты исследования (например, пациенты), а в столбцы — параметры. Если конкретное значение параметра отсутствует, клетку таблицы оставляют пустой. Если значение параметра равно нулю, оно все равно обязательно вносится. Если пациенты обследовались в динамике, т. е. по каждому больному есть несколько «срезов» параметров, обычно вводится дополнительный столбец, однозначно определяющий для конкретного больного (и соответственно — значений параметров) время исследования (например, номер хирургических суток). Таблицы данных включают в себя столбец (столбцы) группирующих параметров (например, номер группы, исход заболевания, если именно по нему будут исследоваться пациенты, и т. д.).

После занесения данных в таблицу необходимо их проверить: просматривают значения параметров, выявляют те из них, которые сильно отличаются от остальных. Это могут быть как реальные «выпадающие» значения, так и ошибки ввода, которые необходимо устранить.

Перенос (импорт) данных в статистический пакет затруднений не вызывает. Для этого пользуются стандартными возможностями буфера обмена ОС *Windows*. Можно также применять специальные модули статистических пакетов, например модуль «Управление данными» (*Data management*) пакета *Statistica*.

Современные статистические пакеты дают возможность управлять данными: часто при решении задач возникает необходимость объединения или разделения файлов (содержащих таблицы) по условию.

Выбор методов анализа и их реализация. Для грамотного выбора метода обработки данных необходимо знать характер распределения используемых переменных, поэтому предварительный анализ данных начинают с определения характера их распределения.

Распределение элементов выборки по значениям параметра — это совокупность частот встречаемости интервалов его значений в данной выборке. К наиболее часто встречающимся видам распределений относятся: колоколообразное (нормальное, гауссово), полимодальное (чаще — бимодальное), равномерное и др.

К основным характеристикам распределения относятся:

- среднее арифметическое (M) — при непрерывных числовых типах параметров; все значения по выборке сложить и поделить на их количество;
- медиана — значение параметра, делящее распределение параметра пополам; выборка значений параметра ранжируется (по возрастанию или убыванию); если число значений нечетно, то медиана — это центральное значение, если число значений четно, то медиана — это среднее арифметическое двух центральных значений;
- квантили (центили) — весь диапазон значений разбивается на 10 интервалов. Границы между интервалами — квантили, от 10%-го до 90%-го квантиля укладываются 80 % значений;
- квартили — весь диапазон разбивается на четыре интервала: 50%-й квартиль — медиана, кроме нее часто указываются 25%-й и 75%-й квартили, т.е. описывается 50 % наиболее «близких к центру» значений;
- мода — значение параметра с наибольшей частотой встречаемости на выборке;
- асимметрия — характеристика несимметричности распределения элементов выборки относительно среднего арифметического. В случае симметричного распределения значение асимметрии равно нулю.

В медицинских публикациях часто встречается запись значений в виде $M \pm t$, где t — стандартная ошибка среднего (*standard error of mean*). Это допустимо делать в случае нормально распределенного параметра, а к величине t нужно относиться с определенной долей скептицизма. Правда, при увеличении выборки распределение параметра достаточно часто стремится к квазинормальному, и тогда использование t в какой-то мере оправдано. Лучше указывать само выборочное стандартное отклонение (среднее квадратичное отклонение — *standard deviation* — s), которое характеризует ширину нормального распределения. Основанием для такого подхода является то, что s не уменьшается при увеличении числа наблюдений n ; в диапазон $M \pm s$ укладывается около 70% значений нормального распределения параметра.

Параметрические методы. Для решения многих клинико-научных задач необходимо формулировать статистические гипотезы. Среди них можно назвать анализ

соответствия распределения значений параметра определенному закону, сравнение групп по характеристикам распределения параметров и др.

Статистическая гипотеза — это формально строго сформулированное предположение.

Нулевой (H_0) называют гипотезу, которую исследователь предполагает отклонить (например, об отсутствии различий между группами).

Альтернативная гипотеза (H_1) противоположна нулевой (например, о наличии различий между группами).

Уровень статистической значимости (α) — это пороговое значение для ошибочного отклонения верной нулевой гипотезы (ошибки первого рода). В медицине принято выбирать $\alpha = 0,05$ или $\alpha = 0,01$.

Ошибка второго рода — это ошибочное принятие ложной нулевой гипотезы.

В настоящее время в публикациях принято указывать реальное значение p (вероятность ошибки первого рода). Если значение p меньше $0,05$, говорят о наличии статистически значимых отличий между выборками параметра.

Статистически значимые различия следует отличать от клинически значимых. Встречаются результаты, значимые статистически, но не значимые с клинической точки зрения, бывает и наоборот. Клинически значимые, но статистически незначимые результаты обычно получаются на малых выборках, а при увеличении выборок они, как правило, подтверждаются и статистически.

Чем распределения отличаются с практической точки зрения? Тем, что наиболее распространенные методы параметрической статистики (например, t -критерий Стьюдента) можно применять только для нормально распределенных величин (колоколообразных распределений). Неправомочное использование t -критерия Стьюдента — самая часто встречающаяся ошибка статистической обработки данных клинических исследований, приводящая к ошибочным выводам.

Непараметрические методы. В клинической медицине и при обработке данных медико-биологических экспериментов в большинстве случаев необходимо пользоваться непараметрическими методами статистического анализа. Они являются менее мощными, чем параметрические, но применимы для любых видов распределений.

Анализ характера распределения данных (его еще называют проверкой на нормальность распределения) осуществляется по каждому параметру. Для проверки на нормальность используют как визуализирующие методы (метод построения гистограмм), так и статистические (например, тест Колмогорова—Смирнова, критерий Шапиро—Уилкса). Для того чтобы уверенно судить о соответствии распределения параметра нормальному закону, необходимо, чтобы выборка была достаточно многочисленной (не менее 50 значений).

Кроме разделения по уже описанному важнейшему статистическому подходу (параметрические, непараметрические) методы статистического анализа данных принято классифицировать несколькими способами:

- 1) по количеству одновременно анализируемых параметров (одномерные, двумерные, многомерные или многофакторные);
- 2) имеющимся исходно предположениям о характере распределений выборок (односторонние тесты — при наличии предположения о смещении распределения

Таблица 1

Методы математической статистики, используемые в клинической практике

Область применения	Метод	
	параметрический	непараметрический
Описательная статистика	Вычисление средних значений, среднеквадратичных отклонений и др.	Вычисление медиан, квартилей, межквартильного размаха, квантилей и др.
Сравнение двух независимых групп по одному параметру	t-Критерии Стьюдента для независимых выборок	Критерии Манна-Уитни, критерий χ^2 , точный критерий Фишера и др.
Сравнение двух зависимых групп по одному параметру	t-Критерии Стьюдента для зависимых выборок	Критерии Вилкоксона, критерии знаков и др.
Анализ взаимосвязи двух параметров	Корреляционный анализ по Пирсону	Корреляционный анализ по Спирмену, Кендаллу и др.
Одновременный анализ трех и более параметров	Регрессионный анализ, дискриминантный анализ, кластерный анализ, дисперсионный анализ	Логистический регрессионный анализ, анализ конъюнкции и др.

параметра в одной из групп в определенную сторону относительно другой; двусторонние — при отсутствии такого предположения);

- 3) зависимости/независимости выборок.

Независимыми считаются, например, группы пациентов, которые были рандомизированы (случайным образом отобраны). Зависимыми являются, например, данные одной и той же группы больных до и после лечения.

Таким образом, для решения задач используют ряд параметрических и непараметрических статистических методов (табл. 1).

Приведенный обзор методов, используемых при решении разных задач, демонстрирует только подход к анализу данных и не претендует на полноту. Более подробно об этих методах можно узнать в соответствующей учебной литературе.

3.4. Использование методов математической статистики для анализа данных

В учебном издании по медицинской информатике было бы излишне приводить подробные описания методов математической статистики, тем более что в последние годы вышло достаточно большое количество специальной литературы, рассчитанной на практикующего врача, с описанием как наиболее часто использующихся методов, так и работы со статистическими пакетами. Поэтому здесь мы ограничимся лишь краткими сведениями, полезными для клинициста, но не достаточными для приобретения реальных знаний по математической статистике.

Сравнение двух независимых групп по одному параметру. t-Критерий Стьюдента для независимых выборок (групп) является наиболее популярным методом решения этой задачи, суть которой сводится к проверке того, различаются ли средние значения параметра в сравниваемых группах. Критерий корректно использовать только при условии нормального распределения параметров в каждой группе и равенства дисперсий распределений параметров в группах.

Суть применения t-критерия Стьюдента для независимых выборок заключается в проверке нулевой гипотезы о том, что средние значения параметра в группах не различаются. Если нулевая гипотеза по результатам анализа отклоняется ($p < 0,05$), принимается альтернативная гипотеза о том, что средние значения параметров в группах различаются.

Правомочно использовать t-критерий Стьюдента для независимых выборок лишь при достаточно большом объеме выборок, что в клинической медицине бывает редко.

Кроме «классического» t-критерия Стьюдента существует его модификация, не требующая равенства дисперсий распределений параметров в группах.

В настоящее время, когда врачи становятся более сведущими в математической статистике, критерий Манна-Уитни (Манн — *Whitney U-test*) используют почти так же часто, как t-критерий. Его применяют для сравнения выборок по количественным параметрам в случаях, когда хотя бы одна из сопоставляемых выборок имеет распределение, отличное от нормального, или если характер распределения параметра неизвестен (проверка на нормальность не проводилась).

Суть метода заключается в проверке нулевой гипотезы о равенстве средних рангов в группах, т.е. до проверки гипотезы осуществляется ранжирование значений параметра в каждой группе. Если нулевая гипотеза отклоняется, принимается альтернативная гипотеза о том, что между рангами групп есть различия.

Сравнение двух зависимых групп по одному параметру. t-Критерий Стьюдента для зависимых выборок, так же как и t-критерий Стьюдента для независимых выборок, можно применять только при условии нормального распределения параметров в каждой группе и равенства дисперсий распределений параметров в группах. В большинстве случаев на реальных клинических данных эти условия не выполняются, поэтому применение метода не правомочно.

Критерий Вилкоксона (*Wilcoxon matched pairs test*) — один из самых мощных непараметрических критериев. Его используют для парного сравнения выборок количественных (или качественных порядковых) параметров в тех случаях, когда хотя бы в одной из анализируемых выборок распределение величин параметра не является нормальным.

При применении критерия Вилкоксона проверяется нулевая гипотеза об отсутствии различий выборок. Если она отклоняется ($p < 0,05$), принимается альтернативная — об их наличии.

Анализ взаимосвязи двух параметров. Общепринятым способом выявления взаимосвязи между переменными является расчет корреляции.

Следует подчеркнуть, что обнаружение корреляции между двумя переменными не свидетельствует о существовании причинной связи между ними, а лишь указывает на возможность таковой (или фактора, определяющего изменение обеих переменных).

Обычно при использовании методов корреляции перед исследователем возникает вопрос о тесноте связи (степени сопряженности) переменных. Если каждому заданному значению одной переменной соответствуют близкие друг к другу, тесно расположенные около средней величины значения другой переменной, то связь является более тесной; если эти значения сильно варьируют, связь менее тесная. Таким образом, мера корреляции (значение коэффициента корреляции r) указывает, насколько тесно связаны между собой параметры. Чем больше коэффициент корреляции, тем с большей степенью уверенности можно говорить о наличии линейной зависимости между параметрами.

Условно выделяют следующие уровни корреляционной связи: слабая — около 0,3; умеренная — от 0,31 до 0,5; заметная — от 0,51 до 0,7; высокая — 0,71 и более.

По форме корреляция бывает прямой (при увеличении значений первой переменной значения второй также увеличиваются) и обратной (при увеличении значений первой переменной значения второй убывают). Коэффициент корреляции r принимает значения от -1 до +1. Обсуждать наличие корреляции имеет смысл только в тех случаях, когда она статистически значима ($p < 0,05$). Отсутствие линейной корреляции не означает, что параметры независимы: связь между ними может быть нелинейной.

Наиболее часто применяемыми в настоящее время методами исследования корреляции являются параметрический анализ по Пирсону и непараметрический анализ по Спирмену.

Корреляционный анализ по Пирсону используется при решении задачи исследования линейной связи двух нормально распределенных параметров. Проверяется нулевая гипотеза об отсутствии связи между параметрами, т.е. что $r = 0$. Кроме проверки на нормальность распределения каждого параметра до проведения корреляционного анализа рекомендуется строить график в координатах оцениваемых параметров, чтобы визуально определить характер зависимости. Если нулевая гипотеза отклоняется ($p < 0,05$), можно говорить о наличии значимой взаимосвязи между параметрами.

Корреляционный анализ по Спирмену применяется для исследования взаимосвязи двух параметров, если распределение хотя бы одного из них отлично от нормального. Проверяется нулевая гипотеза о том, что коэффициент корреляции равен нулю. Если нулевая гипотеза отклоняется ($p < 0,05$), взаимосвязь между параметрами есть.

Одновременный анализ трех и более параметров. Наряду с методами одномерного и двухмерного анализа существует большое количество методов многомерного (многофакторного) анализа данных. Они дают возможность одновременно анализировать три и более переменные. К наиболее используемым методам многомерного анализа относятся: регрессионный анализ, дискриминантный анализ, кластерный анализ, дисперсионный анализ, анализ главных компонент, факторный анализ.

В клинических работах методы многофакторного анализа используются гораздо реже, чем описательная статистика, методы сравнения двух групп по параметру и корреляционный анализ, хотя в последние годы наметилась тенденция к более широкому применению регрессионного анализа.

Регрессионный анализ представляет собой метод статистического анализа, позволяющий исследовать вид зависимости одного параметра от нескольких других. Наряду с дискриминантным и кластерным он является одним из методов статистического моделирования. Моделью при этом является получаемое уравнение регрессии. С помощью рассчитываемых в ходе регрессионного анализа константы и коэффициентов можно прогнозировать величину исследуемого параметра в зависимости от значений других переменных. В отличие от корреляционного анализа, который лишь дает возможность установления факта взаимосвязи параметров, он описывает вид зависимости переменных.

Регрессионный анализ подразделяют на однофакторный (один независимый параметр) и многофакторный (два и более независимых параметра), а также линейный и нелинейный.

Линейный регрессионный анализ используется в тех случаях, когда все задействованные в нем параметры являются нормально распределенными, количество значений параметров намного превышает количество самих параметров и т.д. Число ограничений на корректное проведение регрессионного анализа достаточно велико.

Самым употребляемым видом нелинейного регрессионного анализа в настоящее время является логистический. Главными условиями его применения является возможность принятия зависимым параметром только двух значений (например, есть заболевание — единица, нет заболевания — нуль). Все остальные параметры, задействованные в анализе, должны быть независимыми, при этом они могут быть любыми по типу — как количественными, так и качественными.

Дискриминантный анализ — это один из методов решения задачи классификации — разработки правила отнесения исследуемого объекта к одной из нескольких групп на основании величин выделенных параметров.

Кластерный анализ является методом статистической группировки объектов или параметров исследования в кластеры (от англ. *cluster* — гроздь, скопление) — подмножества исследуемой выборки.

Использование в практической деятельности врача методов многофакторного статистического анализа выходит за рамки необходимых знаний и навыков, которыми он должен владеть. Их применение требует глубоких знаний математической статистики, определенного опыта работы с медицинскими данными, а порой — даже искусства. |

3.5. Интерпретация и представление полученных результатов

В настоящее время написание клинического отчета, научной статьи и тем более диссертации невозможно без грамотного представления результатов, полученных с помощью методов математической статистики. В работе в явном виде должна

присутствовать постановка задачи. Клинический материал представляется как фактически (количество больных, нозологические формы, возрастной состав; данные контрольной группы), так и в отношении технологии его формирования (отбор больных и здоровых, сроки наблюдения, исследования и др.).

Если в исследовании создавались и применялись формализованные карты, их вид обязательно приводят. Читателю должно быть ясно, какие параметры каждого пациента и с помощью какой аппаратуры и методик получены, в каких единицах измерены и какой статистической обработке были подвергнуты.

В случае, если данные помещались в таблицы, например *MS Excel*, или создавалась БД, например *MS Access*, описывается структура таблиц. Приводится также описание всех манипуляций, которые производились с данными на предварительном этапе исследования.

При описании любых результатов, связанных с использованием методов математической статистики, необходимо точно указывать названия методов, а также название и номер версии статистического пакета, который применялся.

При интерпретации результатов, связанных с проверкой статистических гипотез, необходимо придерживаться простого правила: при $p > 0,05$ нулевая гипотеза не отклоняется, при $p < 0,05$ принимается альтернативная гипотеза о существовании различий с полученной величиной уровня статистической значимости p .

При представлении результатов применения параметрических методов статистического анализа обязательно приводятся: количество объектов исследования в каждой группе, среднее и среднеквадратичное отклонение каждого исследуемого параметра, результаты применения методов проверки на нормальность распределения каждого параметра в группах, точное значение p .

При представлении результатов применения непараметрических методов статистического анализа обязательно приводятся: количество объектов исследования в каждой группе, медианы и межквартильный размах каждого исследуемого параметра, точное значение p .

Для наглядности исследуемого материала при использовании как параметрических, так и непараметрических методов имеет смысл приводить данные в графической форме, демонстрирующей характер распределения величин параметров.

Представляя результаты анализа связей между параметрами любым из методов корреляционного анализа, кроме указания названия метода нужно приводить: число анализируемых пар для каждого параметра, величину коэффициента корреляции с точностью до двух значащих цифр, точное значение p . Желательно приводить графики рассеивания объектов в координатах исследуемых параметров.

В заключение хотелось бы еще раз подчеркнуть, что гл. 2 и 3 являются «мостиком» между основами информатики и собственно медицинской информатикой, в определенном смысле данью сложившейся традиции. В дальнейшем будут рассматриваться лишь особенности использования стандартных средств в медицине и здравоохранении.

Контрольные вопросы

- 1) Какие статистические пакеты применяются для обработки медицинских данных?
- 2) Дайте характеристику основным типам данных.
Какими особенностями обладают медицинские данные?
В чем состоит современная технология статистического анализа данных?
- 5) В чем заключается подготовка медицинских данных к анализу?
Как характер распределения величин параметра связан с выбором метода обработки данных?
Охарактеризуйте основные характеристики распределения величин параметра.
Для решения каких клиничко-научных задач необходимо формулировать статистические гипотезы?
Дайте определение квантилю и квартилю. Что они демонстрируют?
Как классифицируют методы статистического анализа данных?
Как выбор статистического метода для обработки данных зависит от решения конкретной задачи?
Укажите ограничения на область применения г-критерия Стьюдента для независимых и зависимых выборок при анализе данных.
Дайте характеристику непараметрическим методам для сравнения двух независимых и двух зависимых групп по одному параметру.
Как оценивается взаимосвязь двух параметров? Какие методы корреляционного анализа используются в практике?
Для каких задач используются методы многофакторного анализа?
- 16) Как осуществляются интерпретация и представление результатов статистического анализа данных?

Глава 4

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ И ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

4.1. Понятие телемедицины

Телемедицина и Интернет, не являясь в прямом смысле составными частями медицинской информатики, характеризуются общими тенденциями развития.

Создание региональных и федеральных сетей опирается на достаточно мощные коммуникации. И по мере перехода к высокоскоростным каналам и развитию широкополосного Интернета формируется техническая основа для интеграции ИМС, телемедицины и Интернета, т.е. переход к системе, получившей название *e-Health* — электронное здравоохранение (см. подразд. 12.5).

Организация медицинских телеконсультаций — стратегически важная задача практического здравоохранения, решение которой «приблизит» высококачественную медицинскую помощь к населению удаленных районов и обеспечит постоянное повышение уровня квалификации врачей.

Телемедицина в России явилась логическим продолжением дистанционного консультирования больных с использованием телефонных и радиоканалов, которые

широко применялись в бывшем Советском Союзе в 1960— 1970-х гг. Но в отличие от заочного анализа ограниченного набора поступающих данных (в первую очередь ЭКГ) телемедицина предполагает интерактивный обмен, в том числе мультимедийной информацией (графические изображения, аудио, видео).

По определению ВОЗ *телемедицина* — это метод предоставления услуг по медицинскому обслуживанию там, где расстояние является критическим фактором. Причем предоставление услуг осуществляется представителями всех медицинских специальностей с использованием информационно-коммуникационных технологий после получения информации, необходимой для диагностики, лечения и профилактики заболевания.

Телемедицина — это не еще одна новая медицинская дисциплина, не новый метод, а способ дистанционного обмена данными в реальном (или условно реальном времени), встраиваемый в систему практического з/о, образование и медицинскую науку; это высокоспециализированная помощь в любой точке, прямое управление в экстремальных ситуациях и дистанционное телеобучение в целях обеспечения непрерывного повышения квалификации. Полный спектр телемедицинских и интернет-услуг включает:

- консультации больных в целях диагностики, лечения и реабилитации;
- анализ результатов инструментальных, радиологических, функциональных и лабораторных исследований;
- дистанционное обучение и повышение квалификации, освоение новых методов диагностики и лечения без отрыва от производства;
- тиражирование опыта ведущих медицинских центров, в том числе в процессе интерактивного обсуждения больных с ведущими специалистами;
- информационно-методическое обеспечение путем создания web-серверов, содержащих сведения диагностического, лечебного и организационно-методического характера, библиографической информации;
- пропаганду медицинских знаний;
- Информационную поддержку организационных решений для ситуационного управления в административно-клинических целях, включая выбор адекватных мер и способов оказания помощи, отвечающих масштабам катастрофы, при чрезвычайных ситуациях;
- выход в интегрированные медицинские сети (территориальные и по разделам медицины) для оперативного доступа ко всей сумме медицинских данных наблюдаемых пациентов.

Среди приоритетов Европейского Союза в программе «Технологии информационного общества» (Europe and Global Information Society. Recommendations of the high-level group on the information society to the Corfu European Council (Bangemann Group)// European Commission, 1994), начало которой было положено в 1994 г., названы виртуальные лечебные учреждения, предлагающие гражданам индивидуальное медицинское обслуживание и различные телемедицинские системы для охраны здоровья населения. Под виртуальными лечебными учреждениями в настоящее

время понимают возможность проведения консультаций в режиме on-line, создания локальных сетей «пациент-врач» сбора данных о пациенте в электронную форму, которая может содержать оцифрованные изображения, рекомендации врача, рецепты и т.п. Европейский виртуальный госпиталь в Финляндии, включает также электронную выписку рецептов, получение лекарств по которым возможно в аптеках, входящих в сеть виртуального госпиталя.

4.2. Этапы становления российской телемедицины

На *первом этапе* становления отечественной телемедицины (1960-1990-е гг.) появились такие достижения, как телеметрическая оценка параметров жизнедеятельности космонавтов, международные телемедицинские проекты по поддержке врачей, оказывающих помощь при землетрясении в Спитаке (1988) и техногенной катастрофе под Уфой (1989), первые отечественные телемосты, организованные в консультативных целях Институтом медико-биологических проблем РАН для медицинских учреждений в Сибири. Этот этап характеризуется недоступностью телемедицинских технологий для массового применения в ЛПУ страны.

На *втором этапе* (1995-2000 гг.) началось формирование телемедицинских центров в федеральных клинических медицинских учреждениях и ведущих стационарах отдельных регионов; проводился эксперимент по дистанционному контролю состояния здоровья участников антарктической экспедиции на станции «Восток».

На *третьем этапе* (2001-2005 гг.) в субъектах РФ активно создавались территориальные сети, обеспечивающие вовлечение ЦРБ в телемедицину; была представлена отечественная система «Телемедицина катастроф» для поддержки врачей полевого педиатрического госпиталя в Чеченской республике.

На *четвертом этапе* (с 2006 г.) началось формирование региональных сетей по федеральным округам, создание передвижных телемедицинских систем, базирующихся на автомобилях, поездах, вертолетах.

4.3. Телеконсультирование, теленаблюдение и телепомощь

Чрезвычайно важно организовывать телемедицинскую консультативную помощь в отношении социально значимых и трудно дифференцируемых заболеваний. Телеконсультации и телеконсилиумы с участием группы врачей-специалистов проводятся в следующих ситуациях:

- 1) диагностически сложные ситуации;
- 2) угрожающие жизни состояния;
- 3) оказание медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях;
- 4) анализ данных функциональных, радиологических, инструментальных и лабораторных исследований;
- 5) выбор и коррекция лечебной тактики, включая оперативные методы лечения;
- 6) направление на госпитализацию в специализированные медицинские центры (выбор оптимального периода для лечения и учреждения для госпитализации);

7) реабилитация больных в отдаленном периоде после сложных операций или применения высокотехнологичных методов консервативного лечения, проведенного в удаленных медицинских центрах.

Последовательность действий при организации и проведении телеконсультаций представлена на схеме (рис. 1).

Использование возможностей телемедицины для консультирования включает следующие варианты:

- видеоконференции, обеспечивающие интерактивный аудиовизуальный контакт двух или более участников в процессе телеконсультации;
- обмен медицинскими данными в цифровой форме (неподвижные изображения, текст, видеофрагменты, аудиофайлы и т.д.) между лечащим врачом и консультантом по электронной почте (или через Интернет-сервер) — отсроченные телеконсультации в режиме *off-line*, при которых осуществляется заочное консультирование больных;
- Интернет-медицина как частный случай телемедицины — получение так называемого «второго мнения» от любого (не конкретного) врача при размещении вопроса и медицинской информации на специализированном форуме (web-странице); такие телеконсультации также являются заочными отсроченными, но адресованы не в конкретное учреждение, а к медицинскому сообществу в целом.

Видеоконференции, т.е. интерактивные консультации в режиме реального времени (*on-line*), имеют существенные преимущества. Они обеспечивают возможность совместного обсуждения больного лечащим врачом и консультантом при визуальном анализе всего комплекса медицинских данных пациента, включая визуальные (эхограммы, рентгенограммы и т.п.). Это позволяет консультанту наблюдать больного в динамике, например характер движений при костно-мышечной и неврологической патологии, поведение пациента в процессе беседы при психических заболеваниях, разнообразные фенотипические проявления, имеющие существенное диагностическое значение при наследственных заболеваниях и врожденных пороках развития. Обсуждение имеет особенно большое значение, так как лечащий врач, на котором остается ответственность за больного, должен обязательно понимать логику принятия решений консультантом, а не просто принимать или не принимать во внимание его мнение, изложенное или высказанное в рекомендации/заключении.

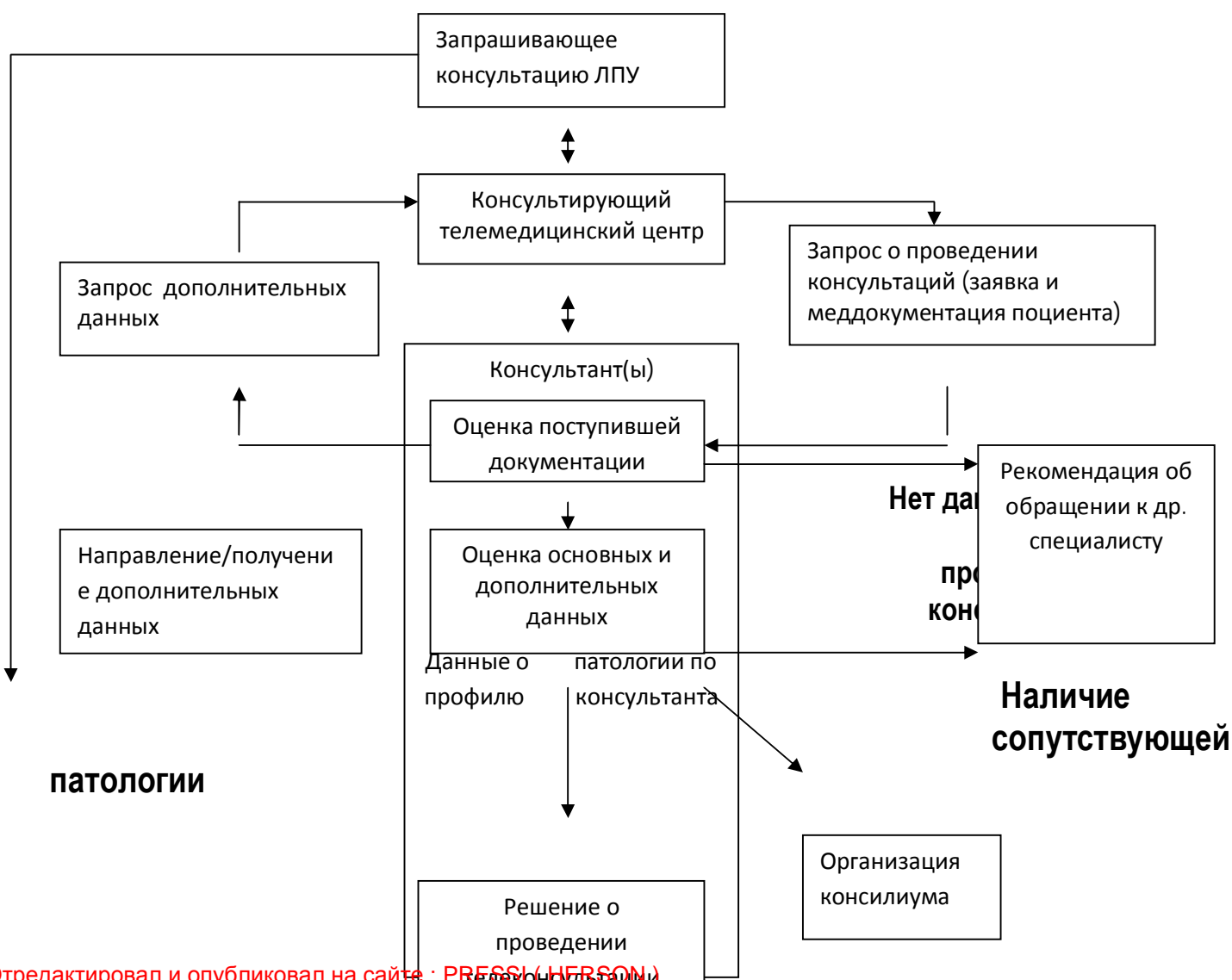
Возможность консультаций в режиме реального времени позволяет наряду с плановыми сеансами проводить экстренные телеконсультации, что особенно важно при неотложных состояниях, в том числе в чрезвычайных ситуациях. Телеконсультации могут проводиться и с использованием первичной объективной информации, получаемой непосредственно во время видеоконференции. Условием для этого является использование электронного стетоскопа, а также специализированных видеокамер, например, для дерматологии, оториноларингологии, офтальмологии, гинекологии, что все шире используется за рубежом.

Видеоконференции способствуют повышению квалификации лечащих врачей как следствие обучения «на примерах» — в процессе обсуждения медицинских данных

конкретного больного. Эффективность телемедицинских консультаций в значительной степени определяется уменьшением числа больных, направляемых для госпитализации в ЛПУ более высокого уровня и продолжением лечения на месте в соответствии с полученными рекомендациями.

В настоящее время идет процесс дифференциации клинической телемедицины: оформились телехирургия, телекардиология, теледерматология, телереабилитология и др. Формирование отдельных направлений обусловлено как спецификой самих специальностей, так и особенностями отображения и передачи данных при дистанционном консультировании.

Телерадиология — это передача радиологических изображений (данных ультразвукового исследования (УЗИ), компьютерной томографии (КТ), магнитно-резонансной томографии (МРТ) и др.) в электронной форме с целью их интерпретации и (или) консультации. Возможно и прямое участие дистанционного консультанта в проведении обследования с рекомендациями, например, о расположении датчика при УЗИ. За рубежом телерадиология является одним из наиболее распространенных приложений телемедицины. Ее быстрому продвижению способствовало появление системы архивации и передачи изображений (*Picture Archiving and Communication System — PACS*) и международного стандарта для растровых изображений DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine — передача цифровых изображений в медицине*).



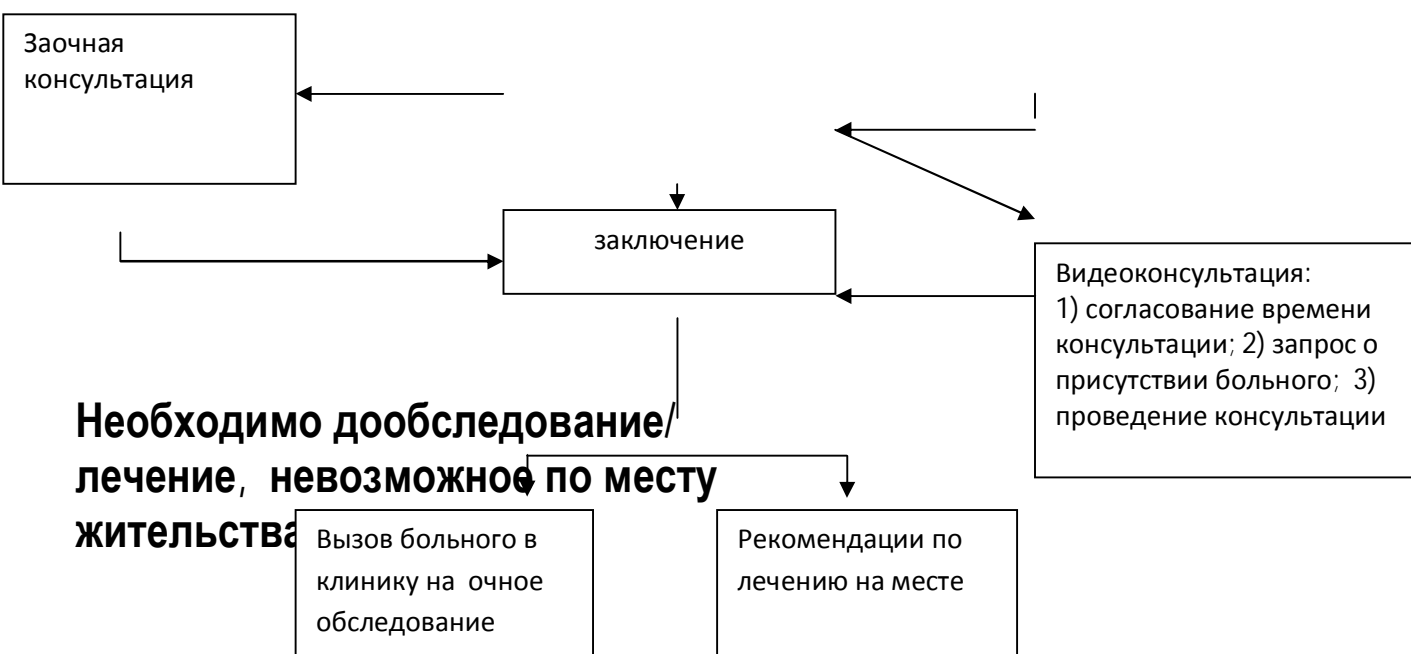


Рис. 1. Последовательность действий при организации и проведении телеконсультации

Телепатология — это дистанционная оценка микроскопических препаратов (гистологических, цитологических) либо в отсроченном, либо интерактивном режиме. При последнем варианте удаленный консультант не просто рассматривает изображение микропрепарата, передаваемое ему из консультирующегося ЛПУ, но и может при наличии специальной техники и программного обеспечения самостоятельно дистанционно перемещать исследуемый препарат в желаемом направлении для оценки не одного, а нескольких полей зрения микроскопа.

Телепсихиатрия — это интерактивное дистанционное общение врача с пациентом в целях диагностики и лечения в следующих случаях:

- 1) контроль эффективности терапии после выписки из психиатрического стационара;
- 2) оказание помощи на расстоянии пациентам с психическими заболеваниями, находящимся в больницах общего профиля, санаториях, местах заключения; дистанционное проведение сеансов психотерапии и когнитивно-поведенческой терапии;
- 3) консультации школьников с отклонениями поведения и проблемами обучения непосредственно в учебных заведениях.

Телеанестезиология базируется на сочетании телемониторинга состояния оперируемого пациента, видеоконференцсвязи и видеомониторинга операции. Такой симбиоз может явиться составной частью разрабатываемых интегрированных мониторно-компьютерных визуализирующих систем для хирурга и анестезиолога. Появляется уникальная возможность в реальном времени через Интернет контролировать динамику физиологических параметров пациента во время операции с визуализацией операционного поля через w^{\wedge} -камеру. Реализованная в Российском научном центре хирургии РАМН система обеспечивает врачу возможность получать автоматически формируемые сообщения о проводимой операции и текущих

параметрах гемодинамики больного. При необходимости главный анестезиолог, также получающий всю информацию, может связаться с врачом-анестезиологом в конкретной операционной, обсудить текущую ситуацию и дать необходимые указания.

Телемедицинская поддержка участников антарктических экспедиций включает:

1. автоматическую/полуавтоматическую регистрацию электрофизиологических, тактильных, субъективно-описательных и других показателей с помощью приборов, входящих в состав модульной станции для оказания экстренной консультативно-диагностической помощи;
2. автоматическую и полуавтоматическую обработку и анализ полученных данных;
3. экспертную оценку функционального состояния обследованных пациентов по результатам обработки данных;
4. выдачу рекомендаций для коррекции функционального состояния;
5. мониторинг процесса коррекции функционального состояния полярников.

Телемониторинг как вариант теленаблюдения за пациентами предполагает профилактический и постгоспитальный контроль физиологических показателей, например у беременных женщин, хронических больных и инвалидов, находящихся вне пределов ЛПУ.

Телепомощь (telecare) с использованием видеоконференцсвязи — домашняя или персональная телемедицина — ориентирована на оказание помощи в таких местах и ситуациях, когда рядом с пациентом нет медицинских работников. Домашняя телемедицина включает консультативную медицинскую помощь, психологическую и социальную поддержку, удаленное видеонаблюдение лежачими больными, включая контроль за приемом лекарств. Она нашла широкое применение в вопросах мониторингования состояния больных с сахарным диабетом, артериальной гипертензией, аритмиями и т.п.

Специальные устройства способны передавать текущие показатели, полученные с помощью тонометров, электрокардиографов, глюкометров и других приборов, по сети Интернет на сервер соответствующей клиники, где показатели становятся доступны лечащему врачу. При резком изменении показателей (порог изменения устанавливается индивидуально для каждого больного) в автоматическом режиме оповещается лечащий врач или служба скорой помощи. Дистанционный патронаж беременных позволяет осуществлять постоянный физиологический контроль эмбрионального развития (например, на основании мониторинга частоты сердечных сокращений плода). Это дает возможность оценивать состояние плода, например при стрессовом воздействии, с которым достаточно часто сталкиваются беременные.

В США ежедневно осуществляется 1,5 млн сеансов телепомощи на дому. При этом медицинская сестра, обслуживающая традиционным способом пять-шесть пациентов, с помощью телемедицинских технологий может помочь 15 — 25 пациентам. Европейское сообщество в рамках проекта Технологии информационного общества (*Information Society Technologies*) реализует систему *@Home* для дистанционного мониторинга пациентов после выписки из клиники и для контроля состояния хронических больных. Платформа *@Home* обеспечивает в удаленном режиме (на

дому) слежение за температурой, артериальным давлением, частотой пульса и другими витальными, но легко определяемыми параметрами. О выявленных тревожных симптомах система немедленно оповещает персонал клиники. Предполагается, что применение таких систем будет способствовать сокращению продолжительности стационарного лечения на 30 %.

Понятие «персональная телемедицина» лучше всего раскрывается на примере мониторинга у альпинистов витальных признаков (содержания кислорода в крови, частоты сердечных сокращений, температуры кожи на разных участках) с помощью специальных сенсоров, закрепленных на их теле, и, при необходимости, видеоизображения. Менее экзотическое использование — возможность передачи своих физиологических данных из отдаленных от медицинских учреждений мест и получение квалифицированного совета по первой помощи.

К телепомощи медицинским работникам и спасателям можно отнести телеманипуляции, теленаставничество и «телеподсказки» (советы первой помощи).

Телеманипуляции — это дистанционное управление манипуляторами в режиме видеоконференции при проведении исследований больных (например, управление зондом при УЗИ) и операций (так называемая роботхирургия — *robotic surgery*). Современные хирургические манипуляторы способны в некоторой степени «оптимизировать» свои движения по сравнению с движениями рук человека, т. е. свести к минимуму тремор для обеспечения максимально прямой линии разреза кожи или тканей. Для дистанционной хирургии разработаны также специальные системы стереозрения, представляющие собой две видеокамеры, имитирующие бинокулярное зрение, что позволяет наблюдать операционное поле в трехмерном виде.

Внутрибольничная телемедицина — еще одно направление в области телемедицинских технологий. В цифровых диагностических кабинетах и операционных (ЦДКО; *Digital Operation Room — DOR*) вся информация переводится в цифровой вид. При этом врачи получают доступ к любым данным пациентов, хранящимся в ИМС ЛПУ. Одновременно они могут в режиме реального времени обращаться к другим врачам своего или другого медицинского учреждения, которые имеют возможность непосредственно со своих рабочих мест провести консультацию в тот момент, когда она необходима, в частности в процессе хирургического вмешательства. Это возможно благодаря тому, что ЦДКО имеет функцию так называемого «рабочего стола», с помощью которого проводится совместный анализ медицинских изображений.

4.4. Дистанционное обучение

Дистанционное преподавание все шире распространяется в развитых и развивающихся странах. Оно приобретает особое значение для повышения квалификации в связи с ускорением развития медицинской науки и необходимостью постоянно осваивать новые методы диагностики и лечения. Для этого все шире используются методы телеобразования в режиме видеоконференций.

Телеобучение (телеобразование) медицинским знаниям и приемам — динамический процесс, основными принципами которого являются: обучение в течение всей жизни, пропаганда медицинских знаний, интерактивное обучение, обучение «без границ», непрерывное профессиональное обучение с использованием телемедицинских и Интернет-технологий. Другими словами, телеобразование подразумевает:

- 1) внедрение телемедицинских методов обучения, включая теленаставничество, в непрерывную систему подготовки медицинских работников;
- 2) «телепросвещение» пациентов (с одной стороны, предоставление информации о заболеваниях, лечебных мероприятиях, образе жизни, с другой — сведения о доврачебном обследовании и рекомендации по использованию средств «домашней аптечки» через различные информационные «киоски»).

При телеобучении определенным дисциплинам можно использовать реальное медицинское оборудование. Например, на занятии по гистологии преподаватель может попросить одного или нескольких обучающихся указать на исследуемом изображении поля с конкретными признаками и сохранить изображение с пометками каждого обучающегося в своей базе данных. При наличии микроскопа с компьютерным управлением обучающийся может сам анализировать гистологический препарат: студент дистанционно проводит исследование, а остальные видят препарат и слышат комментарии преподавателя.

Эффективный процесс дистанционного обучения обеспечивается при выполнении следующих условий:

- 1) непрерывное визуальное наблюдение обучающихся за всеми процессами диагностики в реальном времени;
- 2) аудиоконтакт между всеми обучающимися и преподавателем;
- 3) возможность для обучающихся проводить оперативную запись наиболее важных этапов занятия для сохранения и повторения пройденного.

Операции и действия анестезиолога, функциональные и инструментальные исследования могут быть представлены как видеотрекеры в записи либо в реальном времени в форме видеопотока. Для показа определенных манипуляций (например, реанимационных мероприятий) можно применять муляжи. При их наличии и у преподавателя, и у слушателей можно организовывать демонстрацию действий с их последующим повторением обучающимися «под камеру» при контроле времени, затрачиваемого на манипуляции.

В процессе клинических лекций может использоваться электронный стетоскоп, что позволяет преподавателю опрашивать слушателей по поводу характера наблюдаемых у пациента шумов.

Сеансы дистанционного медицинского обучения в процессе реальной диагностики, лечения и хирургического вмешательства могут проводиться непосредственно из цифровых диагностических кабинетов и операционных. Это особенно удобно для мастер-классов, которые предполагают демонстрацию действий высококвалифицированных специалистов, сопровождаемых комментариями, в режиме видеоконференции.

Теленаставничество (за рубежом используется термин «телементорство») предполагает выполнение манипуляций, в том числе хирургических, менее опытными врачами под контролем и при «подсказках» наставников из специализированных центров, использующих системы видеоконференцсвязи. Такая форма обучения, как виртуальный университет, предполагает, что студентам доступны лекции и семинары, но только в режиме реального времени. Необходимые учебные материалы можно копировать прямо из Интернета. Также через Интернет распределяются и домашние задания. Виртуальный университет включает в себя:

- наличие виртуального преподавателя, например фонд лучших лекций (сетевая технология предполагает не виртуального, а удаленного преподавателя);
- компьютерные моделирующие и тестирующие программы образовательной среды;
- электронные учебные пособия и обучающие программы (например, компьютерный пакет, позволяющий оценить послойное строение человеческого тела);
- региональные учебные центры и Интернет в целом, в которых доступны многочисленные информационные БД (учебного характера, по новым методам диагностики и лечения, описания сложных случаев и т.д.).

Система дистанционного обучения содержит БД с хорошо структурированными учебными материалами, наборы тестов по определению уровня исходных знаний и текущего контроля усвоения материала, а также позволяет преподавателю контролировать выполнение заданий, а студентам — получать от него консультации.

4.5. Медицинские ресурсы сети интернет

Интернет — всемирная ИС, т.е. совокупность разных сетей, построенных на базе протокола *TCP/IP* (*Transmission Control Protocol/Internet P-Protocol*), т.е. протокола управления передачей в сети, являющегося стандартом для построения глобальных сетей.

Через глобальную сеть Интернет доступны следующие виды информации и связи:

- всемирная паутина (*World Wide Web* — *www*) — большая ИС, содержащая текстовые, графические, звуковые и видеофайлы;
- электронные доски объявлений (*Bulletin Board System* — *BBS*) — места накопления информации в электронном виде со свободным доступом абонентов к архивам системы;
- информационная система широкого профиля — система БД, открытых для публичного доступа;
- удаленный терминальный доступ к компьютерам (*Telnet* — протокол эмуляции терминала) — базовая сетевая услуга, позволяющая абоненту Интернета дистанционно подключаться к другим удаленным станциям и работать с ними со своего компьютера, как если бы она была их удаленным терминалом;
- файловые архивы /TP-серверов (*File Transform Protocol* (*FTP*)) — протокол передачи файлов — протокол TCP/IP, применяемый для доступа к другим

компьютерам сети с целью получения списков каталогов и копий файлов, а также для передачи файлов;

- электронная почта (*e-mail*) — один из распространенных сервисов Интернета, позволяющий отправлять корреспонденцию, подготовленную пользователем на рабочем месте, на электронный адрес (или ряд адресов одновременно) и просматривать полученные сообщения на компьютере;
- система рассылки (*Mail lists*) — получение электронных писем определенной тематики большой группой пользователей, заключивших соглашение о получении информации;
- телеконференции (*Netnews, Usenet, Newsgroups*) — обсуждение общих проблем рядом участников;
- *Skype* — глобальная система персональной связи, позволяющая организовывать аудиовизуальный контакт участников; осуществляет соединение не только компьютер-компьютер, но и компьютер-телефон;
- *Internet Relay Chat (IRC)* — разговоры через интернет в текстовом виде в реальном времени;
- Интернет — это, по сути, множество сайтов, на которых хранятся разнообразные сведения: тексты, изображения, звуковые и видеозаписи — любые данные, которые можно сохранить в цифровой форме.

Доступ в Интернет осуществляется через мощные компьютеры — серверы сети.

Web-сайт — это совокупность *web-страниц* с повторяющимся дизайном, объединенных навигационно по смыслу и физически находящихся на одном *web-сервере*.

Web-страницы содержат так называемые «живые» ссылки, при указании на которые можно выйти на нужную страницу. Такие ссылки называют гипертекстовыми. *Web-страница* является самостоятельной частью *web-сайта*, документом, снабженным уникальным адресом. Обычно полстраницы организуются в виде гипертекста с включениями текста, графики, звука, видео или анимации.

Web-сервер — это специализированный компьютер, обеспечивающий хранение и доступ из внешней сети к данным, организованным в виде *Web-страниц*.

В сети Интернет просмотр *web-страниц* осуществляется посредством браузера - программы-клиента, предоставляющей пользователю возможности навигации и просмотра *web-ресурсов*, скачивания файлов и др. Наиболее широко используются браузеры *Microsoft Internet Explorer* и *Netscape Navigator*.

Портал (информационный портал) — это система, призванная обеспечить единую интегрированную среду для работы с корпоративными информационными ресурсами Интернета. Портал объединяет по содержательному принципу географически распределенные БД, приложения, документы, информацию из сети Интернет при помощи встроенных наборов интерфейсов, предоставляя доступ пользователей ко всем информационным ресурсам через стандартный *web-браузер*. Корпоративный информационный портал является интегрированной средой для ограниченного круга лиц.

Консультативный аспект использования Интернета в медицине включает различные подходы. В России одним из них является телеконсультационный форум по ортопедии и травматологии в Уральском НИИ травматологии и ортопедии им. В.Д.Чаклина, который представляет собой динамичное web-приложение, позволяющее отправить (разместить) краткое деперсонифицированное описание клинического случая в произвольной форме с приложением графических материалов (рентгенограмм, клинических фотографий и т.д.) для получения рекомендаций лечебно-диагностического характера. Кроме того, на форуме реализована специальная среда для оценки исходов у пациентов с патологией тазобедренного сустава (по стандартам — на основе шкалы Харриса, системы оценки качества жизни SF-36 и др.). Другим вариантом удаленного консультирования через Интернет является реализованный в Пензенской области профессиональный список рассылки CCM-L (*Critical Care Medicine List*), насчитывающий более 1 500 участников — специалистов в области критических состояний.

Информационно-консультативная система «Кардинет», опирающаяся на Интернет-поликлинику, используется в Саратовском НИИ кардиологии. Она позволяет интегрировать диагностическое оборудование ряда учреждений (стационара, поликлиники, диспансера, санаториев) и дает возможность накапливать и передавать по обычным телефонным каналам связи результаты диагностических исследований в реальном времени.

Взаимодействие пациентов со своими лечащими врачами по электронной почте активно развивается в США. Пациент имеет возможность регулярно сообщать врачу о своем самочувствии, записываться к нему на прием. Врач может направлять пациенту уведомление о записи и свои рекомендации. Эта информация является составной частью медицинской документации — от врачей требуется включать электронную переписку с пациентами в истории болезни.

На базе сервера службы крови в Екатеринбурге наряду с электронной доской объявлений были организованы общедоступные консультации главного трансфузиолога по вопросам, связанным с донорством и переливанием крови.

В Интернете размещено множество информационных баз медицинских данных. Благодаря этому обеспечивается возможность оперативного обращения к электронным БД. Особенно важно экстренное получение информации для врачей в чрезвычайных ситуациях. Автоматизированные справочные системы по токсикологии, размещаемые в Интернете, позволяют врачам быстро получать сведения о последствиях острого и хронического воздействия разнообразных химических веществ и соединений на организм людей.

Российская справочная система «Экотоксин» содержит сведения о воздействии тяжелых металлов на организм ребенка, в том числе в малых дозах: клинические проявления, пути поступления и элиминации, методы определения, рекомендуемые лечебные мероприятия и т.п. Американская система для контроля здоровья работающих (*Drake Clinical Worker's Health*) включает серию скринирующих систем диагностики экотоксинов и методы организации специальной помощи населению.

Английский национальный регистр токсических соединений (*Registry of Human Toxicology Data Bank*) используется в целях обеспечения безопасности людей, в первую очередь групп риска по профессиональным вредностям. Подход, сочетающий дистанционное консультирование с оперативным получением информации из специализированных БД, может быть особенно полезен при ситуациях, вызванных техногенными катастрофами на химических производствах.

В странах Европейского Союза существует большое число реализуемых и развивающихся проектов по созданию мультимедийных БД конкретных случаев и баз медицинских знаний (электронных библиотек и атласов). Это направление развивается и в России.

Подключаясь к Интернету, врач может получать:

- списки статей, опубликованных в медицинских журналах и их рефераты (из электронных библиотек *Medline*, *Pubmed* и др.);
- сведения из Кокрановской библиотеки по контролируемым клиническим исследованиям, которые обеспечивают нормативный подход к сравнительной оценке получаемых результатов;
- информацию по лечению заболеваний;
- данные о лекарственных средствах.

Компания «Медицина без границ» (*Unbound Medicine*) вместе с редакцией «Британского медицинского журнала» (*British Medical Journal*) запустили проект *COGNIQ*, который позволяет владельцам карманных персональных компьютеров получать из журнала *Clinical Evidence* копии статей в области лечения, основанные на принципах доказательной медицины.

Всемирная организация здравоохранения с 2000 г. создает единую сеть научных медицинских ресурсов на базе Интернета. Это поможет исследователям из развивающихся стран использовать в своей работе новейшую медицинскую информацию и обмениваться опытом. Проект включает создание сайтов и электронных версий ведущих научных журналов, организацию БД и Интернет-форумов, которые помогут объединить медиков всего мира.

Контрольные вопросы

- 1) Дайте определение телемедицине.
- 2) Назовите этапы становления телемедицины.
- 3) Чем телемедицина принципиально отличается от ранее существовавшего дистанционного консультирования?
- 4) Что входит в понятие телемедицинских и Интернет-услуг?
- 5) Что представляет собой виртуальный госпиталь?
- 6) Охарактеризуйте наиболее распространенные направления в телемедицине.
- 7) Что означает понятие «телерадиология»?
- 8) Что представляет собой внутрибольничная телемедицина?
- 9) Каковы направления и принципы домашней телемедицины?
- 10) Что понимают под термином «телеобразование»?
- 11) Что представляет собой Интернет?

12) Какие преимущества дает врачу использование Интернета?

Глава 5 ИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ СИСТЕМЫ

5.1. Классификация информационных медицинских систем

Информационная система — это организационно упорядоченная совокупность документов (массивов документов) и информационных технологий, в том числе с использованием средств вычислительной техники и связи, реализующих информационные процессы.

Информационные системы предназначены для сбора, хранения, обработки, поиска, распространения, передачи и предоставления информации.

Во второй половине XX в., в период начала бурного развития компьютерных технологий, всеобщая информатизация не могла не захватить такую жизненно важную область, как медицина. Как в России, так и за рубежом стали разрабатываться ИМС.

Основными задачами, решаемыми с помощью ИМС, являются:

- информационная поддержка оказания медицинской помощи населению;
- информационная поддержка управления отраслью здравоохранения.

Определений ИМС в современной специальной литературе много. Рассмотрим одно из них.

Информационная медицинская система — это совокупность информационных, организационных, программных и технических средств, предназначенных для автоматизации медицинских процессов и(или) организаций.

Уже к концу 1970-х гг. в СССР было разработано столько видов ИМС, что встал вопрос об их классификации.

Классификация С.А. Гаспаряна. В 1978 — 2005 гг. С.А. Гаспарян опубликовал три варианта классификации ИМС. Рассмотрим классификацию, включающую пять классов:

- 1) технологические информационные медицинские системы (ТИМС);
- 2) банки информации медицинских служб (БИМС);
- 3) статистические ИМС;
- 4) научно-исследовательские ИМС;
- 5) обучающие (образовательные) ИМС.

В основу этой классификации были положены сразу четыре системообразующих фактора: объект описания, решаемая социальная задача, пользователь, степень и направленность агрегации информации на уровне выходных документов.

1. *Технологические информационные медицинские системы* обеспечивают информационную поддержку отношений врач — больной. Основанием для деления ИМС в классе ТИМС на виды была характеристика цели обработки медико-биологической информации.

1.1. Автоматизированные системы клинико-лабораторных исследований, включая программно-аппаратные комплексы, предназначенные для функциональной, лучевой и лабораторной диагностики.

1.2. Автоматизированные системы консультативной вычислительной диагностики.

1.3. Автоматизированные системы профилактических осмотров населения.

1.4. Автоматизированные системы постоянного интенсивного наблюдения для послеоперационных палат, реанимационных отделений, ожоговых центров и т.д.

2. *Банки информации медицинских служб* обеспечивают информационную поддержку отношений совокупность больных — врачи. Основанием для деления БИМС на виды была широта охвата обслуживаемого населения.

Банк данных — совокупность баз данных, а также программные, языковые и другие средства, предназначенные для централизованного накопления данных и их использования с помощью электронных вычислительных машин.

База данных — объективная форма представления и организации совокупности данных, систематизированных таким образом, чтобы эти данные могли быть найдены и обработаны с помощью ЭВМ.

В настоящее время эти понятия практически слились.

2.1. Банки медицинской информации ЛПУ — для поликлиник, стационаров, диспансеров, родильных домов и т.д.

2.2. Банки медицинской информации специализированных служб — персонифицированные регистры (от англ. *register* — реестр) — онкологические, психиатрические, наркологические, кожно-венерологические; сюда же относят регистры больных с врожденными заболеваниями, больных с сахарным диабетом, ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС и т.п.

2.3. Банки медицинской информации населения административной территории, включая банки фондов ОМС.

3. *Статистические информационные медицинские системы* обеспечивают информационную поддержку отношений популяция (в смысле населения обслуживаемого региона) — органы, управляющие системой медицинского обслуживания. Деление статистических ИМС на виды было основано на различии объектов описания, представленных в статистических отчетах ЛПУ и территориальных органов управления здравоохранением.

3.1. Информационные медицинские системы «Здоровье населения» — объектами являются половозрастные и профессиональные группы населения в целом по России, регионам или муниципальным образованиям.

3.2. Информационные медицинские системы «Среда обитания» — объектами являются социальные институты, объекты производства и экологические зоны.

3.3. Информационные медицинские системы «Учреждения здравоохранения» — основаны на описании материально-технической базы учреждений, их совокупности по типам и характеристикам их деятельности.

3.4. Информационные медицинские системы «Кадры здравоохранения» — объектами описания являются средние медицинские работники, врачи, руководители, научные сотрудники.

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

4. *Научно-исследовательские информационные медицинские системы* позволяют рассматривать объекты и документы науки. Разделение на виды основано на различиях объектов описания.

4.1. Автоматизированные системы научной медицинской информации для обработки и поиска документов — научных публикаций.

4.2. Организационные научно-исследовательские медицинские системы, основанные на описании тематики научных исследований и их результатов по совокупности учреждений или научных направлений.

4.3. Системы автоматизации медико-биологических исследований, основанные на описании поведения исследуемых объектов или их совокупности. Они очень похожи на АС клинико-лабораторных исследований, но имеют одно существенное отличие: в последних объектом описания является пациент, а в первых — экспериментальное животное.

5. *Обучающие информационные медицинские системы* обеспечивают информационную поддержку отношений обучаемые — преподаватели. Образовательные ИМС разделяются на виды в соответствии с педагогическими принципами оценки уровня освоения знаний учащимся.

5.1. Автоматизированные системы, контролирующие воспроизводство знаний по ответам на вопросы, выбранным из возможных вариантов.

5.2. Автоматизированные системы, обучающие и контролирующие знания, т.е. представляющие знания и контролирующие их усвоение.

5.3. Автоматизированные системы, обучающие решению задач.

Таким образом, системы этого класса разделяются по уровню усвоения знаний, уровню интеллектуальной насыщенности системы.

Каждый следующий вид систем класса обучающих ИМС может включать в себя возможности предыдущего.

Любая классификация есть произвольное разделение целого на части. Не каждую ИМС можно отнести к какому-либо одному виду (или даже классу) систем.

Классификация Г. А. Хая. Другую классификацию ИМС предложил Г.А.Хай (2001), разделивший ИМС на следующие типы:

1. медико-технологические;
2. справочные;
3. базы данных;
4. приборно-компьютерные системы или измерительно-вычислительные комплексы (ИВК);
5. микропроцессорные системы;

6. передачи и обработки изображений;
7. сервисные;
8. автоматизированные системы управления (АСУ).

Г.А.Хай считал, что медицинской технологией является профессиональная деятельность врача — профилактика, прогнозирование, ранняя и дифференциальная диагностика, лечение, реабилитация. *Медико-технологические системы* обеспечивают ее информационную поддержку. К таким системам относятся:

- системы вычислительной диагностики;
- системы автоматизации скрининга;
- системы статистического прогнозирования и угрозометрии;
- системы выбора решающих правил для принятия оптимальных решений о лечебных мероприятиях.

Рассуждая о медико-технологических системах, автор отдает должное статистическому моделированию, отмечая, что оно дает хорошие результаты при выраженной клинической картине. В то же время к недостаткам систем, основанным на статистическом моделировании, он относит ограниченные возможности в части диагностического диапазона и несоответствие алгоритма распознавания врачебной логике (см. гл. 8).

Приборно-компьютерные системы также относятся к медико-технологическим. Их основой является математическая обработка физиологических сигналов. Самостоятельную группу систем обработки медико-биологической информации составляют, в частности, комплексы программ для лабораторных исследований.

Микропроцессорные системы — это автоматизированные системы, основой которых является микропроцессор. Их применяют в самых разных областях: от искусственных органов и управляемых протезов до автоматизации управления инфузионной терапией или искусственной вентиляции легких. Особую группу составляют робототехнические системы (от автономных датчиков для исследования полых органов до управления манипуляторами).

Системы передачи и обработки изображений используются достаточно давно. Рентгенограммы, ЭКГ, макро- и микропрепараты передаются на любые расстояния по каналам связи. В настоящее время обмен изображениями для осуществления дистанционной диагностики реализуется в основном с помощью телемедицинских технологий.

Справочные ИС позволяют врачу всегда иметь под рукой необходимую для него информацию. В отличие от консультативных медицинских систем справочные носят чисто информационный характер. Справочные системы могут хранить в себе и немедицинскую информацию (в узком смысле этого слова). Понятно, что основываются справочные системы на БД.

Базы данных пациентов позволяют врачу хранить информацию о своих больных в течение неограниченного времени, оперативно получая из нее нужные сведения.

К *сервисным системам* относятся программы, не имеющие непосредственного отношения к медицине и лечебному процессу, но активно используемые, такие как электронная почта, Интернет, системы напоминания, учебные программы и т.д.

Автоматизированные системы управления ЛПУ связаны с управлением деятельностью лечебного учреждения в целом. Такие системы включают в себя ряд подсистем: управления потоками больных, работой врачей, ведением медицинской документации, кадрами, материально-техническими ресурсами, финансами, документооборотом, учетом и отчетностью.

В настоящее время такие системы называют автоматизированными информационными системами лечебно-профилактических учреждений (см. гл. 10).

Зарубежные классификации. В зарубежных источниках почти все авторы в последнее время поддерживают деление систем на *Computerized Physician Order Entry* и *Patient Care Information Systems*. Такое деление условно соответствует следующим понятиям: автоматизированные рабочие места специалистов или системы поддержки принятия решений (*Decision Support Systems*) и информационные медицинские системы. Среди систем *Computerized Physician Order Entry* различают:

- системы, используемые врачами;
- системы, используемые медицинскими сестрами;
- системы, используемые фармакологами.

В результате исследования пяти ведущих (в плане информатизации) больниц США были выявлены основные типы систем, используемых в стационарах:

Computerized Results — системы, представляющие компьютерные отчеты о доступных для использования диагностических процессах;

Computerized Notes — системы, позволяющие вводить различные сведения о лечебно-диагностическом процессе, включающее элементы ЭИБ;

Computerized Ordering — системы управления лечебно-диагностическим процессом;

Computerized Event Monitoring and Notification — системы компьютерного мониторинга и оповещения. Эти системы обеспечивают поиск важных для лечебно-диагностического процесса симптомов и оповещают о найденных отклонениях;

Clinical Administration Systems — экономические, административные и справочные системы;

Decision Support — системы поддержки решений, при пользовании которыми может осуществляться взаимодействие с системами типа *Computerized Results*.

Все большее развитие получают электронные истории болезни (*Electronic patient record*).

Рассмотрев классификации разных авторов, как отечественные, так и зарубежные, можно сделать заключение, что, несмотря на различный вид, они содержат сходные элементы.

Иерархическая классификация. Одной из относительно бесспорных является иерархическая классификация ИМС, которая существует столько времени, сколько собственно информатизация здравоохранения.

Информатизация — комплекс мероприятий, направленных на своевременное и полное обеспечение участников той или иной деятельности необходимой информацией, определенным образом переработанной и при необходимости преобразованной (об информатизации деятельности медицинских работников более подробно речь пойдет в подразд. 6.2).

Информационные медицинские системы классифицируют на основании иерархического принципа, соответствующего структуре здравоохранения как отрасли на уровни:

- базовый (клинический);
- учреждений (поликлиники, стационары, диспансеры и др.);
- территориальный (профильные и специализированные медицинские службы и региональные органы управления);
- федеральный (федеральные учреждения и органы управления).

Внутри каждого уровня ИС классифицируются по функциональному принципу, т.е. по целям и задачам.

Рассмотрим вариант классификации ИМС, предложенный авторами. Он основан на иерархическом принципе построения системы здравоохранения и оказания пациенту медицинской помощи (рис. 2).

1. *Медико-технологические системы.* Это самые многочисленные из разрабатываемых ИМС. Они обеспечивают обработку и анализ: информации для поддержки принятия врачебных решений и информационной поддержки медицинских технологических процессов (см. гл. 7). Медико-технологические системы в свою очередь подразделяют на несколько систем.

1.1. Автоматизированные системы для обработки медицинских сигналов и изображений.

1.2. Автоматизированные системы для консультативной помощи в принятии решений.

1.2.1. Автоматизированные системы для распознавания патологических состояний методами вычислительной диагностики.

1.2.2. Автоматизированные консультативные системы для помощи в принятии решений на основе интеллектуального (экспертного) подходов.

1.2.3. Автоматизированные гибридные (экспертно-статистические, экспертно-моделирующие) системы для консультативной помощи в принятии решений.

Автоматизированные информационные системы федерального уровня				
Автоматизированные информационные системы территориального уровня				
Автоматизированные информационные системы ЛПУ				
поликлиника	Стационар	Специализированные учреждения	Скорая помощь	Станция переливания крови
Информационно-технологические системы				
Системы	Электронные	Информационные	Специализированные	

диспансерного наблюдения	истории болезни	системы отделений медицинских учреждений	информационные (регистры)
Медико-технологические	Автоматизированные рабочие места		Административные
Автоматизированные системы	Медико-технологические системы		Автоматизированные системы
системы для обработки медицинских сигналов организма и изображений	для консультативной помощи в принятии решений	для управления жизненно важными функциями	
Пациент			

Рис. 2. Классификация ИМС, основанная на иерархическом принципе построения системы здравоохранения

1.3. Автоматизированные системы для управления жизненно важными функциями организма.

1.3.1. Мониторно-компьютерные системы.

1.3.2. Интеллектуальные системы для постоянного интенсивного наблюдения.

2. *Автоматизированные рабочие места медицинских работников.* Эти комплексы обеспечивают ведение БД, обработку информации и поддержку процессов принятия решений в определенной предметной области (см. гл. 8). В свою очередь АРМ подразделяют на несколько видов.

2.1. Медико-технологические.

2.1.1. Клинические.

2.1.2. Функциональные.

2.1.3. Радиологические.

2.1.4. Лабораторные.

2.1.5. Фармакологические.

2.2. Организационно-технологические.

2.2.1. Организационно-клинические.

2.2.2. Телемедицинские.

2.3. Административные.

2.3.1. Административно-управленческие.

2.3.2. Медико-статистические.

2.3.3. Медико-экономические.

3. *Информационно-технологические системы.* Эти системы используют для поддержки электронного документооборота и принятия лечебно-диагностических и организационных решений (см. гл. 9). Среди них выделяют несколько систем.

3.1. Системы диспансерного наблюдения.

3.2. Электронные истории болезни.

- 3.3. Информационные системы отделений медицинских учреждений.
 - 3.4. Специализированные информационные системы (регистры).
 4. *Автоматизированные информационные системы ЛПУ.* Такие системы подразделяют на несколько видов.
 - 4.1. Амбулаторно-поликлинических учреждений.
 - 4.2. Учреждений стационарного типа.
 - 4.3. Специализированных учреждений.
 - 4.4. Скорой, неотложной и экстренной медицинской помощи.
 - 4.5. Станций переливания крови.
 5. *Автоматизированные информационные медицинские системы территориального уровня.* Среди них выделяют шесть видов систем.
 - 5.1. Автоматизированные ИС сбора и обработки данных о состоянии здоровья населения.
 - 5.2. Специализированные регистры по направлениям медицины.
 - 5.3. Автоматизированные ИС обязательного медицинского страхования.
 - 5.4. Автоматизированные ИС лекарственного обеспечения.
 - 5.5. Автоматизированные ИС кадрового и материально-технического обеспечения.
 - 5.6. Автоматизированные ИС санитарно-экологического надзора.
 6. *Автоматизированные информационные медицинские системы федерального уровня.* Выделяют восемь систем данного уровня.
 - 6.1. Автоматизированная ИС сбора и обработки статистических данных о состоянии здоровья населения.
 - 6.2. Автоматизированные ИС специализированных служб.
 - 6.3. Специализированные регистры по направлениям медицины.
 - 6.4. Автоматизированная ИС высокотехнологичной медицинской помощи.
 - 6.5. Автоматизированная ИС Федерального фонда ОМС.
 - 6.6. Автоматизированная ИС лекарственного обеспечения.
 - 6.7. Автоматизированная ИС «Медицинские кадры».
 - 6.8. Автоматизированная ИС ресурсного обеспечения медицинской помощи.
 - 6.9. Автоматизированная ИС санитарно-экологического надзора.
- Каждый последующий уровень ИМС «вбирает» в себя системы предыдущего уровня. Например, медико-технологические системы могут быть подсистемами автоматизированных рабочих мест медицинского персонала и т.д. Наряду с этими ИМС существуют справочно-информационные системы для помощи в принятии решений на различных уровнях («у постели больного», в отделении, ЛПУ и т.д.).

5.2. Общие требования к информационным медицинским системам

Основным документом, определяющим требования и порядок разработки АС (в том числе медицинских), является техническое задание (ТЗ).

Техническое задание на АС может включать следующие подразделы:

1. общие сведения;
2. назначение и цели создания (развития) системы;

3. характеристика объекта информатизации;
4. требования к автоматизированной системе;
5. состав и содержание работ по созданию системы;
6. порядок контроля и приемки системы;
7. требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие;
8. требования к документированию;
9. источники разработки.

Общие сведения. В подразделе, посвященном общим сведениям об автоматизированной системе, указывают ее полное наименование и условное обозначение, наименование организации-заказчика и организации-разработчика, перечень документов, на основании которых создается система, плановые сроки начала и окончания работ, порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по разработке системы.

Назначение и цели создания (развития) системы. При создании и внедрении любой ИМС необходимо в первую очередь сформулировать ее назначение и цель создания (внедрения).

Например, при разработке и внедрении АИС управления здравоохранением города назначением системы является поэтапная реализация информационной поддержки управления как на уровне ЛПУ, так и на уровне управления здравоохранением города. Цель создания такой системы может быть сформулирована следующим образом: способствовать реализации основной функции охраны здоровья населения — увеличению продолжительности активной жизни — путем создания и внедрения информационных технологий на всех уровнях управления здравоохранением.

Формулируются конкретные задачи и описываются методы разработки ИМС.

Характеристика объекта информатизации. Важно тщательно и подробно изучить и описать объект информатизации.

При разработке и внедрении АИС управления здравоохранением города объектом информатизации являются процессы управления деятельностью как внутри ЛПУ, так и со стороны управления здравоохранением города. При исследовании деятельности учреждений (например, поликлинических) необходимо учитывать численность контингентов, обслуживаемых ЛПУ по ОМС (взрослых и детей), общее число посещений за год, число посещений на дому, а также число пациентов, стоящих на учете в диспансерах. Нужно исследовать структуру ЛПУ города, включая ведомственные и коммерческие, распределение ЛПУ по страховым компаниям, собственно структуру управления здравоохранением города.

Требования к автоматизированной системе. Подраздел должен включать в себя требования к системе в целом, к функциям, выполняемым системой, видам обеспечения. Состав требований зависит от вида, назначения, специфических особенностей разрабатываемой системы. При этом создание любой ИМС должно базироваться на нескольких принципах.

1. *Преемственность* предполагает, что целесообразным вариантом построения ИМС является такой, при котором максимально используется существующий в здравоохранении научно-технический подход и система обработки медицинской информации. Модернизация существующих систем может осуществляться постепенно и без остановки обслуживания пользователей. В процессе модернизации должен поэтапно осуществляться переход к современным техническим и программным платформам, в частности интегрирующим различное стандартное математическое обеспечение, к новым принципам реализации серверных и клиентских приложений, оптимизации процессов сбора и обработки данных на новом техническом уровне, современным методам идентификации и защиты данных.

2. *Унификация и стандартизация* предполагают согласование и использование единых архитектурных решений, системы классификации и кодирования, принципов организации и обмена данными, пользовательских интерфейсов.

3. *Непрерывное совершенствование системы* предполагает постоянное развитие и наращивание ее функциональных и технологических возможностей.

4. *Интеграцию действующих и вновь создаваемых ИС* следует реализовывать как на уровне функциональных модулей отдельных ЛПУ, так и по уровням управления, на основе единых коммуникационных протоколов, включая стандартизацию интерфейсов для обмена информацией между системами разных уровней.

5. *Межведомственная и межотраслевая кооперация* предполагает информационное взаимодействие с ИМС других ведомств, а также (при необходимости) проектами других отраслей.

6. *Согласование типовых проектных решений* предполагает создание типовых программных средств, которые могли бы быть применимы в большинстве ЛПУ без существенных доработок и отработку проектов в качестве «пилотных» на базе отдельных ЛПУ.

7. *Обеспечение информационной безопасности* предполагает использование комплексного подхода к безопасности информационных ресурсов здравоохранения на основе правовых и организационно-технических методов.

8. *Автоматизация документооборота* означает, что система должна обеспечить не только выполнение задач учета и анализа, но и задачи сбора, предварительной обработки, систематизации, структурирования данных.

9. *Одноразовый ввод информации и ее многократное использование* подразумевают, что все основные данные, с которыми работает система, должны вводиться один раз, а в последующем лишь обновляться.

10. *Формирование выходных документов* подразумевает, что они должны содержать необходимую и достаточную информацию для решения задач на том уровне, для которого они предназначены.

11. *Открытость системы* для дальнейшего развития и модернизации.

Следование этим принципам позволяет обеспечить модернизацию действующих ИС на основе максимальной преемственности их функциональных и информационных возможностей, сохранение навыков работы персонала с предыдущими версиями

систем, а также непрерывное совершенствование и наращивание функциональных и технологических возможностей.

В подразделе описывается структура системы: все подсистемы, информационное взаимодействие между ними и решаемые задачи, а также потенциальные пользователи системы (их квалификация, численный состав, режим работы).

Например, потенциальными пользователями АИС управления здравоохранением города являются руководители ЛПУ (главные врачи, их заместители) и руководители управления здравоохранением города (начальник, его заместители, главные специалисты по разным врачебным специальностям).

В процессе информатизации учреждения не должны слепо копировать сложившиеся информационные связи. Их критический анализ позволяет выявить существующие резервы. В современной трактовке реорганизация деятельности учреждения — реинжиниринг — предполагает переосмысление и перепроектирование так называемых бизнес-процессов (*business process reengineering*), под которыми понимается движение больных, медикаментов, назначений/результатов исследований, просмотр различной информации, получаемой в разных местах, для достижения коренных улучшений в основных показателях деятельности, т.е. формирование модели оптимально организованной системы.

Основные результаты реинжиниринга сводятся к тому, что информация может одновременно быть доступна в тех местах, где она необходима, и принятие решений становится частью работы каждого сотрудника в соответствии с его областью ответственности (иерархическое принятие решений).

Кроме того, в этом же подразделе формулируются требования к надежности, техническому обслуживанию, защите информации от несанкционированного доступа, сохранности информации при авариях, патентной чистоте, по стандартизации унификации и др.

Приводится перечень функций, подлежащих автоматизации, а при создании системы в две или более очереди — перечень функциональных подсистем, отдельных функций или задач, вводимых в действие в первой, второй и последующих очередях. Определяется временной регламент реализации каждой функции. Описываются требования к качеству реализации задачи или комплекса задач, формам представления выходной информации, достоверности выдачи результатов. Приводится перечень и критерии отказов для каждой функции, по которой задаются требования по надежности.

В зависимости от вида системы приводятся требования к информационному, программному, техническому, лингвистическому, метрологическому, методическому, организационному и другим видам обеспечения проектируемой и внедряемой автоматизированной системы.

Состав и содержание работ по созданию системы. Подраздел должен включать перечень этапов работы по разработке автоматизированной системы и список документов, предъявляемых по их завершению.

Порядок контроля и приемки системы. Описываются виды, объем и методы испытаний автоматизированной системы и ее составных частей (при наличии подсистем). В этом подразделе приводятся перечень организаций, участвующих в испытаниях, сроки и место их проведения, статус приемочной комиссии (ведомственная, межведомственная, государственная).

Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие. Подраздел должен содержать перечень основных мероприятий, которые необходимо выполнить до ввода системы в действие: приведение информации, поступающей в систему, к виду, пригодному для обработки с помощью компьютера; изменения, которые необходимо осуществить в объекте автоматизации; создание необходимых для функционирования автоматизированной системы служб и подразделений; сроки обучения персонала.

Требования к документированию. Подраздел включает согласованный заказчиком и разработчиком перечень подлежащих разработке видов документов, соответствующих требованиям государственных стандартов, перечень документов, выпускаемых на машинных носителях.

Источники разработки. Подраздел включает документы и информационные материалы (например, технико-экономическое обоснование, материалы об отечественных и зарубежных аналогах и др.), которые использовались при создании системы.

Таким образом, процесс разработки и сдачи в эксплуатацию ИМС является строго регламентированным. Это дает возможность заказчику четко формулировать свои требования и получать продукт, соответствующий им.

Организационное обеспечение функционирования ИМС рассмотрено в подразд. 5.4.

5.3. Значение стандартов в создании и обеспечении взаимодействия информационных медицинских систем

При использовании информационных технологий ключевыми и наиболее сложными для стандартизации являются терминологические проблемы представления и кодирования медицинской информации, а также форматы обмена данными. Мировое сообщество в течение многих лет занимается этой проблемой. Предложен ряд стандартов, нашедших относительно широкое применение.

Один из самых известных — североамериканский стандарт *Health Level Seven (HL7)*, разрабатывается учеными и экспертами из разных стран мира с целью создания единых правил обмена, обработки и интеграции медицинской информации. Данный стандарт основан на базовой информационной модели (*Reference Information Model*), которая определяет технологию обмена данными между различными ИС, структуру медицинской документации, реализацию назначений, формирование заказов и получение результатов исследований, лабораторных тестов и т.д. Стандарт используется для электронного обмена информацией как внутри, так и между учреждениями здравоохранения в США, Австралии, Австрии, Великобритании, Германии, Канаде, Нидерландах, Новой Зеландии, Японии и др.

В стандарте *HL1* много внимания уделяется не только обеспечению передачи самого документа, но и его смысла, который должен однозначно восприниматься и человеком, и другой ИС. Достигается это путем создания документов на основе архитектуры *CDA (Clinical Document Architecture)* с использованием общепринятых номенклатур, классификаторов и кодификаторов.

Номенклатура — совокупность понятий и связей между ними, употребляющихся в какой-либо отрасли знаний, технике и т.п.

Классификатор — это систематизированный перечень объектов, каждому из которых присвоен определенный код.

Кодификатор — перечень закодированных объектов, не учитывающий их соподчиненность.

Международная систематизированная номенклатура медицинских терминов *SNOMED International* состоит из 11 связанных взаимными ссылками классификаторов, называемых модулями: топография (детальные термины анатомии); морфология (термины для описания структурных особенностей); функции; микроорганизмы (включая все вызываемые ими патогенные факторы); химические, лекарственные и биологические продукты; физические воздействия; профессии; социальная среда (условия и отношения); классы заболеваний и диагнозы; процедуры (административные, диагностические, терапевтические); модификаторы (перечень вспомогательных и служебных слов и словосочетаний, используемых для связи или модификации терминов других модулей).

Используемая в *HL1* номенклатура *SNOMED CT (SNOMED Clinical Terms)* содержит свыше 300 тыс. концептов (понятий с уникальным смыслом), которые разделены на группы и выстроены в сложную иерархическую структуру. Смысловые связи между концептами определяются с помощью формальных ссылок. Номенклатура *SNOMED CT* обеспечивает передачу смысла при обмене информацией о заболеваниях, их этиологии, симптомах и клинических проявлениях, проведенном лечении, процедурах и исходе.

Система клинических терминов (кодов) Рида (*Read Clinical codes*) применяется для автоматического формирования эпикризов, ведения протоколов лечения. С ее помощью обеспечивается ведение безбумажной истории болезни (в сочетании со свободным текстом), выдаются стандартные отчеты о заболеваемости, обеспечивается выписка рецептов.

Номенклатура *SNOMED CT* объединяет в себе *SNOMED RT* (содержит справочную медицинскую терминологию, с помощью которой можно унифицировать и интернационализировать содержание записей в электронных историях болезни) и *С7V3* (клиническую терминологию третьей версии кодов Рида).

Систематизированная номенклатура *SNOMED International* и система клинических терминов Рида тесно связаны с Международной классификацией болезней, травм и причин смерти (МКБ) путем перекрестных ссылок.

Номенклатура лабораторных и клинических исследований *LOINC (Logical observation identifier names and erodes)* содержит названия и коды логических идентификаторов

исследований. Этот тезаурус представляет собой систему универсальных идентификаторов для использования в электронных документах, в первую очередь для лабораторных исследований.

Стандарт *DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine)* распространяется на передачу растровых медицинских изображений, получаемых с помощью различных методов лучевой диагностики (рентгенография, ультразвуковая диагностика, эндоскопия, компьютерная и магнитно-резонансная томография и др.). Стандарт включает паспортные данные пациента и сведения об условиях проведения исследования, положении пациента в момент его проведения и т. п. Он содержит описания типов данных и правил кодирования, используемых при передаче информации из одной ИМС в другую. В настоящее время принят стандарт *DICOM3*.

5.4. Организационное и правовое обеспечение функционирования информационных медицинских систем

Организационное обеспечение представляет собой совокупность организационно-технологических решений, определяющих порядок взаимодействия работников в условиях функционирования системы.

В процессе создания системы разработчик должен предусмотреть обучение персонала работе с компьютерной системой, разработать технологические инструкции для всех категорий персонала, эксплуатирующих ИМС, которые должны содержать методические указания по действию как в режиме нормальной работы системы, так и при аварийных ситуациях.

Правовое обеспечение должно включать приказы и распоряжения, регламентирующие работу медицинских учреждений в условиях функционирования ИМС. Приказы и распоряжения должны определять:

- сроки, формы и порядок представления регулярной входной и выходной информации и лиц, ответственных за ее представление и достоверность;
- перечень лиц и подразделений, имеющих право на запросы с указанием типов и форм запросов (права доступа сотрудников);
- лицо, ответственное за сохранность архивных данных и выдачу информации из архива;
- перечень лиц, отвечающих за меры безопасности, используемые для обеспечения сохранности, неизменности (целостности) и достоверности информации БД.

Организационное обеспечение функционирования ИМС принципиально важно для эффективной работы как собственно информационной системы, так и использующего его лечебного учреждения или органа управления здравоохранением. Особое значение это приобретает в связи с планирующимся созданием единого информационного медицинского пространства и переходом к широкому обмену электронными документами в системе охраны здоровья населения.

Контрольные вопросы

- 1) Дайте определение понятию «Информационная система».
- 2) Что представляет собой информационная медицинская система?
- 3) Охарактеризуйте отечественные классификации ИМС.
- 4) Дайте характеристику зарубежной классификации ИМС.
- 5) Опишите классификацию ИМС, основанную на иерархическом принципе построения системы здравоохранения и оказания пациенту медицинской помощи.
- 6) Что представляет собой техническое задание на автоматизированную систему? Какие разделы оно включает?
- 7) На каких принципах должно базироваться создание ИМС?
- 8) Какие требования предъявляются к ИМС?
- 9) Назовите стандарты, нашедшие широкое применение при разработке и взаимодействии ИМС.
- 10) Что собой представляет стандарт *HL11* Для чего его используют?
- 11) Для чего нужна международная систематизированная номенклатура медицинских терминов *SNOMED CT*?
- 12) Для чего используется стандарт *DICOM1*
- 13) Что собой представляет организационное обеспечение функционирования ИМС?
- 14) Как регламентируется работа медицинских учреждений в условиях функционирования ИМС?

Глава 6

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

6.1. Основные составляющие лечебно-диагностического или оздоровительно-профилактического процесса

Медицинский технологический процесс — это оздоровительно-профилактический или лечебно-диагностический процесс (ЛДП) управления организмом (изменением структуры и функций), который реализуется в пространстве и времени с целью улучшения его состояния.

Конечной целью оздоровительно-профилактического процесса является ликвидация отклонений в состоянии здоровья пациента (при пограничных, донозологических состояниях и ранних проявлениях болезни), а целью ЛДП — ликвидация патологии (в случае острого заболевания) или перевод пациента в ремиссию (в случае хронического заболевания). Далее при рассмотрении ЛДП будем иметь в виду и оздоровительно-профилактический процесс.

Лечебно-диагностический процесс является частным случаем процесса управления в любой технологической системе. В клинической медицине объектом исследования и управления является организм пациента и внешняя по отношению к нему среда, субъектом управления — врач.

Объект — это то, на что обращена познавательная деятельность. Субъект — противоположное объекту — мыслящее «я». Необходимо заметить, что противопоставление объекта и субъекта относительно, так как при обращении на себя (или коллег) познавательной деятельности субъект становится объектом.

По отношению к состоянию пациента врач является лицом, принимающим решения (ЛПР).

Процесс управления включает в себя четыре этапа:

- 1) сбор и обработка информации о состоянии объекта управления;
- 2) диагностика, т.е. отнесение состояния объекта к одному из известных классов состояний;
- 3) принятие решения о воздействии на объект;
- 4) реализация принятого решения.

Эти этапы представляют собой контур управления. Реальные системы управления сложнее, однако, в целом такой контур управления применим к любой предметной области, в том числе к медицинскому технологическому процессу. Схема контура управления для задач клинической медицины приведена на рис. 3.

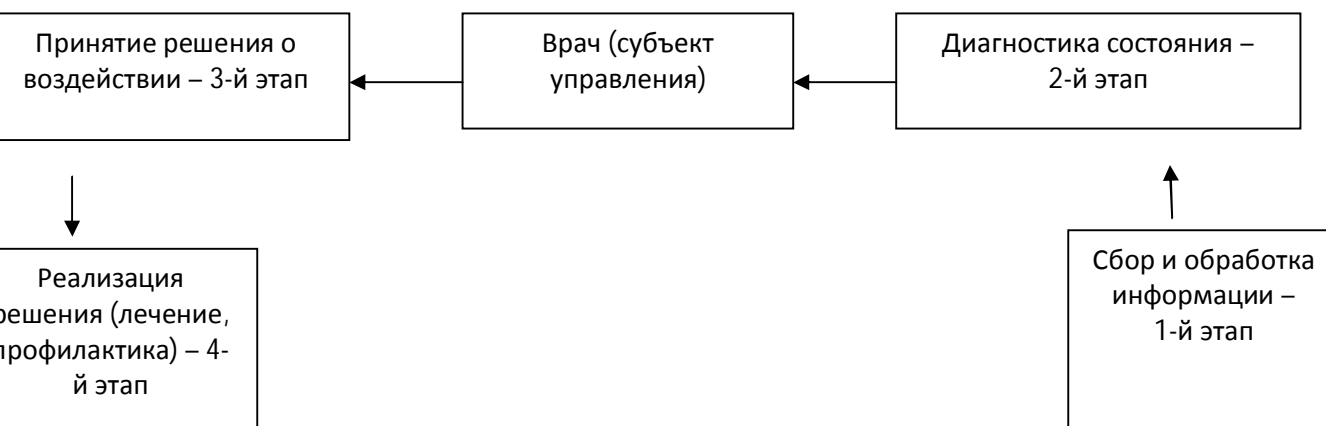
Задачи, которые решает врач любого лечебного отделения, однотипны и сводятся к сбору информации, решению диагностических и лечебных тактических вопросов, ведению медицинской документации. Несколько особняком стоят задачи, решаемые врачами диагностических и ряда других специализированных отделений, но в большинстве случаев они являются частным случаем задач, стоящих перед врачом лечебного отделения.

Для решения задач медицинского технологического процесса врач использует различную клинико-диагностическую информацию: жалобы больного, данные анамнеза, осмотра и физикального обследования (пальпация, перкуссия, аускультация), результаты инструментальных и лабораторных методов исследования. При этом, за исключением ознакомления с медицинскими документами других учреждений, врач получает информацию тремя способами:

- вербальным — из беседы с больным;
- сенситивным — с помощью органов чувств врача и медицинских приборов (фонендоскопа, тонометра и т.д.);
- объективизированным, основанным на результатах лабораторных и инструментальных исследований.

(Данное деление несколько условно, так как, например, современные приборы для измерения давления относятся к третьему способу получения информации.)

Процесс получения врачом информации может быть достаточно продолжительным, так как зависит от сроков поступления результатов дополнительных исследований.



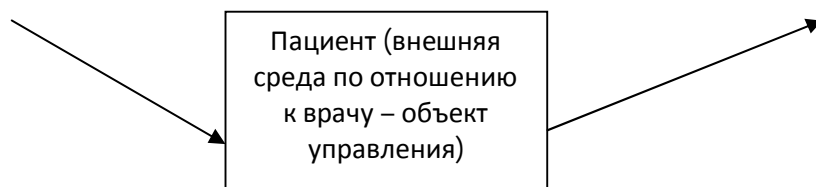


Рис. 3. Контур управления для задач клинической медицины

Рассмотрим это на примере типовой ситуации в стационаре. Сведения о жалобах и данные осмотра врач получает при первом контакте с больным и в процессе наблюдения за пациентом в отделении, данные общих анализов крови и мочи — в течение 1-х суток пребывания больного в стационаре, результаты электрокардиографии — обычно на 1 —2-е сутки, рентгенографии, УЗИ — на 3 —4-е сутки и т.д.

Диагностические задачи включают распознавание текущего состояния организма пациента, постановку развернутого нозологического диагноза, оценку тяжести состояния больного. Кроме того, в процессе наблюдения за больным врач решает задачи оценки динамики состояния пациента и прогнозирования развития патологического процесса, включая возможность и характер осложнений, исход заболевания.

В приемном отделении пациента осматривает врач приемного отделения, выставляющий предварительный диагноз, назначающий план обследования и лечения и направляющий в лечебное отделение.

Диагноз, поставленный в приемном отделении, является для врача лечебного отделения стационара одной из диагностических гипотез, которую необходимо подтвердить или опровергнуть. При этом последовательность диагностических исследований в зависимости от получаемых в процессе обследования результатов может подвергаться коррекции, а иногда и коренной трансформации.

Аргументация врача направлена, с одной стороны, на выявление признаков, являющихся характерными для предполагаемого им диагноза, а с другой — на поиск альтернативных признаков, отрицающих другие заболевания (например, высокий рост является однозначно отрицающим болезни, при которых обязательно значительно снижается рост), т.е. используются аргументы и контраргументы или факты «за» и «против». В самом общем виде можно говорить, что одновременно с исключением одного диагноза имеет место подтверждение другого (или других) диагноза (диагностической гипотезы).

На основе диагностической рабочей гипотезы врач принимает лечебные и тактические решения при каждом контакте с больным. В ходе обследования и лечения такие гипотезы возникают, сменяя друг друга, до тех пор, пока последняя, выдержав ряд проверок, не станет окончательным и обоснованным клиническим диагнозом.

Диагностический процесс можно условно подразделить на три взаимосвязанных этапа:

1) постановка первичного диагноза (предварительная гипотеза);

2) построение дифференциально-диагностического ряда (выдвижение дополнительных гипотез);

3) окончательный диагноз (обоснование окончательной гипотезы).

Общим является то, что диагностический процесс, построенный на рассуждениях о признаках и их сочетаниях, обосновывающих или отвергающих определенную диагностическую гипотезу, опирается на логику аргументации.

Лечебные задачи включают в себя принятие решений о медикаментозных и немедикаментозных воздействиях на выявленное патологическое состояние с учетом индивидуальных особенностей организма пациента и на основе оценки динамики его состояния.

Среди тактических решений врача лечебного отделения можно выделить:

1. решения о прекращении диагностического поиска, если тяжесть состояния больного такова, что не позволяет провести сложные диагностические процедуры;

2. решения о переводе пациента в отделение интенсивной терапии, если его состояние ухудшилось (осложнилось течение основного заболевания или остро возникло новое, требующее проведения интенсивной терапии);

3. решения о переводе в другое лечебное отделение, если впервые выявляется заболевание другого профиля (инфекционное, хирургическое, гинекологическое и др.), проявления которого становятся ведущими в клинической картине, или на передний план выходит сопутствующая патология. В этом случае врач может принять решение самостоятельно или пригласить врача-консультанта и принять совместное решение;

4. решение о выписке больного под наблюдение участкового врача.

Ведение медицинской документации — одна из важных составляющих медицинского технологического процесса. Сведения о всех составляющих ЛДП конкретного больного должны быть зафиксированы в медицинской карте или истории болезни. На ведение документации затрачивается большое количество времени врача. Старой и известной проблемой остается «врачебный» почерк.

Итак, в медицинском технологическом процессе на первом этапе управления осуществляется сбор и обработка информации о пациенте и его состоянии с помощью всех имеющихся в арсенале современной медицины методов. На втором диагностируется состояние организма — это может быть нозологическая диагностика, синдромальная диагностика, наконец, диагностика некоего состояния пациента, на которое необходимо реагировать. На третьем осуществляется выбор управляющих воздействий на основе прогнозирования возможных результатов их применения: выбор лечебных и профилактических мероприятий, оценка риска, связанного с их проведением, выбор тактических решений и т.д. На четвертом этапе осуществляются управляющие воздействия. После реализации выбранного комплекса управляющих воздействий вновь начинается сбор информации о состоянии пациента и(или) внешней среды для контроля состояния и своевременного внесения корректив в ЛДП. Таким образом, медицинский технологический процесс является циклическим. Все этапы управления в ЛДП осуществляются субъектом управления — врачом (ЛПР).

6.2. Процесс деятельности медицинского работника как объект информатизации

На современном этапе развития информационных технологий обеспечение нужной информацией (информационное обеспечение деятельности) невозможно без компьютеризации учреждения и автоматизации работы персонала.

Информационное обеспечение является важным фактором в работе как врачей ЛПУ, так и руководителей всех уровней здравоохранения. Своевременное получение нужной информации позволяет не только облегчить работу медицинских работников, но и повысить качество оказываемой населению медицинской помощи.

В ходе ЛДП в деятельности медицинского персонала и в первую очередь врача можно выделить множество элементов, обуславливающих необходимость работы непосредственно с медицинской информацией.

Работа по информатизации медицинского технологического процесса начинается с формулирования (формального уточнения) функций медицинского персонала в зависимости от должности по отношению к больному в течение всего периода времени от обращения пациента за медицинской помощью в ЛПУ до завершения лечения (табл. 2). Таблица не претендует на полноту; в ней не рассмотрены особенности хирургических и других отделений. Она призвана проиллюстрировать, что процесс деятельности медицинского работника можно рассматривать как объект информатизации.

Интегральная оценка информатизации врачебной деятельности может основываться на двух базовых характеристиках: полноте информатизации и характере используемых информационных систем. Об используемых во врачебной деятельности ИМС речь пойдет в следующей главе.

Полнота информатизации дает возможность оценить долю функций медицинского персонала, при реализации которых используются информационные технологии, в списке потенциально автоматизируемых функций. Полнота информатизации деятельности медицинского работника может быть представлена тремя уровнями: информатизацией основных функций, информатизацией части функций и начальным

Статус должности медицинского работника	Функции медицинского работника
поступающие	Медицинская сестра Фиксация в истории болезни времени поступления пациента в отделение. Размещение в палате и фиксация номера палаты в истории болезни
поступившие	Лечащий врач, заведующий отделением Первичный осмотр в отделении. Описание результатов осмотра в истории болезни. Занесение в историю болезни предварительного диагноза, назначение консультации, исследований, лечения, питания, режима
	Дежурный врач Осмотр в нерабочее для штатного медицинского персонала лечебного отделения время. Знакомство с записями в истории болезни. Описание результатов осмотра, занесение предварительного диагноза, назначение экстренных консультаций, терапии, питания, исследований

В лечебном отделении	Медицинская сестра	Выполнение назначений. Формирование заявок на консультации, направлении на исследования. Подготовка больного к проведению исследований, сбор биоматериалов
	Лаборант	Забор материала для лабораторных анализов
диагностическом отделении	Врачи и медицинские сестры диагностических отделений	Проведение исследований. Регистрация результатов в истории болезни
В лечебном отделении	Лечащий врач, заведующий отделением	Проведение текущего осмотра. Изменения в диагнозе, схеме обследования, лечения, питания, режиме
	Дежурный врач	Осмотр больного, требующего наблюдения, в нерабочее для лечащего врача время. Назначение экстренного обследования и лечения. Запись в истории болезни
Статус больного	Должность медицинского работника	Функции медицинского работника
В лечебном отделении	Врачи-консультанты	Проведение консультации. Запись в истории болезни
на процедуре специализированном подразделении	Врачи и медицинские сестры соответствующих подразделений	Проведение специфических лечебных пособий. Запись в истории болезни
В лечебном отделении	Лечащий врач, заведующий отделением	Выписка больного из лечебно-профилактического учреждения. Перевод в другое отделение (лечебно-профилактическое или реабилитационное учреждение). Оформление медицинской документации

уровнем информатизации. К последнему можно отнести ситуацию, когда при выполнении должностных функций медицинские работники используют на компьютере только стандартные приложения (текстовый редактор, электронные таблицы) и статистические пакеты для обработки данных (см. гл. 3). Фактически в этом случае речь идет об использовании лишь отдельных функций процесса автоматизации.

Информатизация любой функции врача может быть реализована на разных уровнях:

- ввод в компьютер произвольной информации с ее последующим хранением и использованием в процессе деятельности;
- использование шаблонов, справочников и БД;
- автоматизация сбора и обработки регистрируемой физиологической и лабораторной информации;
- интеллектуальная поддержка деятельности врача при принятии решений на разных этапах оказания пациенту медицинской помощи.

Реализация алгоритмов информатизации более высокого уровня не исключает возможности использования алгоритмов информатизации относительно простых функций.

6.3. Моделирование и использование моделей в медицине

Модель — это создаваемое человеком подобие изучаемого объекта (макет, изображение, схема, карта, словесное описание, математическое представление и т.п.). Метод моделирования состоит в исследовании объекта, явления или процесса путем построения моделей и их изучения. Модель всегда проще реального объекта, но она позволяет выделить главное, не отвлекаясь на детали. Необходимость моделирования объясняется принципиальной невозможностью исследования многих объектов или большой ресурсоемкостью их изучения.

Различают биофизические, физические, электрические, ситуационные, информационные, математические и другие модели.

Информационная модель — модель объекта, процесса или явления, в которой представлены информационные аспекты моделируемого объекта, процесса или явления. Среди информационных моделей особое место занимают модели представления знаний (см. подразд. 7.3.2).

Математическая модель — приближенное описание объекта, явления или процесса с помощью математической символики. Эта модель представляет собой систему математических соотношений: формул, функций, уравнений, систем уравнений, описывающих те или иные стороны изучаемого объекта, явления или процесса. Математическое моделирование — мощное средство познания, прогнозирования и управления. Анализ математической модели помогает проникнуть в суть изучаемого объекта или явления.

Математические модели строятся на основе данных эксперимента или умозрительно, описывают гипотезу, теорию или закономерность того или иного феномена и требуют дальнейшей проверки на практике. Различные варианты проводимых экспериментов выявляют границы применения математической модели и создают условия для ее дальнейшей коррекции. Математическое моделирование часто позволяет предвидеть характер изменения исследуемого процесса в условиях, трудно воспроизводимых в эксперименте, а в отдельных случаях позволяет предсказать ранее неизвестные явления и процессы.

Процесс математического моделирования принято делить на несколько этапов.

1. *Постановка задачи.* Необходимо отметить, что построение модели подразумевает наличие у специалиста хорошего уровня знаний предметной области, в рамках которой осуществляется моделирование. В постановку задачи входят определение цели исследования, выделение объекта исследования, определение параметров исследуемого объекта, выявление взаимосвязей между параметрами. Этап завершается записью модели в математическом виде.

2. *Проведение модельных экспериментов.* На этом этапе осуществляется решение прямой задачи, для которой предназначена математическая модель, т. е. получение выходных данных для дальнейшего сопоставления с результатами наблюдений изучаемых явлений. Исследователь сознательно изменяет условия функционирования модели, регистрирует ее «поведение» в разных условиях. Важная роль при проведении модельных экспериментов принадлежит вычислительной технике. Именно она обеспечивает возможность обсчета многочисленных модельных экспериментов. Итогом второго этапа моделирования является множество результатов модельных экспериментов.

При математическом моделировании разных процессов и явлений может использоваться один и тот же математический аппарат. Это упрощает задачу моделирования, дает возможность выбора из полученных вариантов.

3) *Оценка реализованной модели.* Выясняют, удовлетворяет ли созданная математическая модель критерию практики, т.е. согласуются ли результаты наблюдений с теоретическими (гипотетическими, модельными) данными в пределах заданной точности. Достижение такого результата означает, что положения, лежащие в основе модели, правильны и модель пригодна для исследования выбранного объекта или явления.

4) *Анализ модели на основе накопленных данных об изучаемом объекте, модернизация первоначально построенной модели.* С получением новых научных данных знания об исследуемом объекте уточняются, и наступает момент, когда результаты, получаемые на основании существующей модели, перестают им соответствовать. Возникает необходимость уточнения данной модели или построения новой. Между моментами построения исходной и последующей моделей проходят разные промежутки времени в зависимости от сути изучаемого явления, уровня и скорости исследования данной предметной области, характера полученных новых знаний и данных.

В медицине модели применяются для исследования структур, функций и процессов на разных уровнях организации живого организма: атомарно-молекулярном, субклеточном, клеточно-тканевом, органно-системном, организменном, биоценотическом.

В медицине, как и в биологии, используются в большинстве случаев биологические, физико-химические, математические модели. Исторически сложилось, что в медицине до сих пор широко распространены словесные описания объектов и процессов (например, заболеваний), а в последние десятилетия все чаще применяются информационные модели.

Биологические модели в медицине применяются для воспроизводства на лабораторных животных заболеваний или состояний, встречающихся у человека. Таким образом, в эксперименте исследуются механизмы возникновения заболевания, его этиология, патогенез, течение, изучаются варианты воздействия на протекание болезни, сравнивается эффективность применения различных лечебных пособий. В эксперименте, например, моделируются ишемические нарушения и гипертоническая болезнь, злокачественные новообразования и генетические заболевания, инфекционные процессы и др.

Для реализации биологических моделей экспериментальным животным вводят токсины, заражают их микробами, перевязывают сосуды, исключают из пищи определенные вещества, помещают в искусственно создаваемую среду обитания и др. Подобные экспериментальные модели применяются в нормальной и патологической физиологии, генетике, фармакологии, хирургии, реаниматологии. Физико-химические модели имитируют сложные акты поведения, например формирование условного рефлекса.

Удачным следует признать опыт построения электронных схем, моделирующих биоэлектрические потенциалы в нервной клетке и синапсе на основе данных электрофизиологических исследований.

В настоящее время в медицине самое широкое распространение получили математические модели. Они используются практически во всех ее областях. Математические модели применяются для изучения сложных физиологических процессов, диагностики патологических состояний, исследования взаимодействия систем организма в норме и патологии, при изучении эпидемических процессов, в клинической иммунологии, фармакокинетике.

Из математических моделей, известных в физиологии, следует упомянуть модель возбуждения нервного волокна, предложенную А.Ходжкином и А.Хаксли.

Модель сердечной деятельности Ван дер Пола и Ван дер Марка, основанная на теории релаксационных колебаний, позволила предсказать возможность особого нарушения сердечного ритма, впоследствии обнаруженного у человека.

Ярким примером использования математической модели для обобщения накопленных экспериментальных знаний является модель кровообращения Ф. Гродинца. Построением и исследованием моделей кровообращения, применяющихся в практике российской сердечно-сосудистой хирургии, занимается В.А.Лищук.

В медицинской информатике широко используется моделирование, особенно часто математическое и информационное. Математические модели используются для расчета клинически значимых показателей при обработке сигналов и изображений, для описания заболеваний и состояний при вычислительной диагностике и прогнозировании. Информационное моделирование все чаще применяется при описании деятельности ЛПУ и их подразделений. И информационное, и математическое моделирование применяется в задачах, связанных с управлением здравоохранением.

Контрольные вопросы

- 1) Дайте определение медицинскому технологическому процессу.
- 2) Кто является объектом и субъектом управления в медицинском технологическом процессе?
- 3) Назовите этапы управления состоянием пациента в лечебно-диагностическом процессе.

- 4) Дайте определение информатизации.
- 5) Какие элементы деятельности врача подлежат информатизации?
- 6) Опишите уровни информатизации врачебной деятельности.
- 7) Что представляют собой модель и моделирование?
- 8) Дайте характеристику информационной и математической моделям.
- 9) Назовите этапы процесса математического моделирования.
- 10) Какие модели используются в медицине?
- 11) Какие модели и с какой целью применяются в медицинской информатике?

Глава 7

ПОДДЕРЖКА ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕТОДАМИ КИБЕРНЕТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

7.1. Медико-технологические системы и их особенности

Медико-технологические системы — это системы, обеспечивающие обработку и анализ информации, представленной в электронной форме, для поддержки принятия решений и информационной поддержки медицинских технологических процессов. Они являются самыми многочисленными среди ИМС.

Пользователями таких систем являются врачи-клиницисты, врачи-функционалисты, врачи-лаборанты, врачи-фармакологи, врачи-гигиенисты, а также средний медицинский персонал.

Медико-технологические системы обеспечивают:

1. сбор информации о пациенте;
2. накопление информации (в БД);
3. обработку информации, включая расчеты интегральных показателей;
4. поиск аналогов (прецедентов);
5. интерпретацию информации (генерацию заключений на профессиональном языке пользователя);
6. поддержку при диагностике заболеваний;
7. поддержку при прогнозировании состояния пациента;
8. помощь при назначении лечения;
9. динамический контроль персональных характеристик здоровья;
10. контроль угрожающих состояний и управление состоянием пациента;
11. анализ и поддержку управления медицинскими технологическими процессами;
12. представление информации в наглядном виде;
13. предоставление справочной информации.

По целевому назначению медико-технологические системы можно подразделить на автоматизированные системы для обработки медицинских сигналов и изображений, консультативной помощи в принятии решений и управления жизненно важными функциями организма.

7.2. Автоматизированные системы для обработки медицинских сигналов и изображений

Автоматизированные системы обработки кривых и изображений являются самыми многочисленными среди разработанных систем. Разные авторы называют их по-разному: АС клинико-лабораторных исследований, медицинские приборно-компьютерные системы, измерительные или микропроцессорные медико-технологические системы и т.д. Такое разнообразие частично объясняется тем, что с самого начала разработки (конец 1960 — начало 1970-х гг.) их развитие шло двумя путями:

- 1) подключением медицинской аппаратуры к ЭВМ;
- 2) оснащением специализированными микропроцессорными устройствами медицинской аппаратуры.

Первый способ развития АС для обработки медицинских сигналов и изображений осуществлялся в вузах, клинических НИИ; второй — в технических НИИ, на заводах и фирмах, производящих медицинскую аппаратуру. Оба пути имели свои достоинства и недостатки. Постепенно шло их сближение. В настоящее время АС для обработки медицинских сигналов и изображений, сопоставимые по целевому назначению, но построенные разными способами, обладают практически одинаковыми возможностями. Среди них широкое распространение получили АС для функциональной, ультразвуковой, лабораторной и морфологической диагностики.

Техническое обеспечение АС обработки медицинских сигналов и изображений включает:

- средства для съема информации;
- средства для измерения, преобразования, аппаратной фильтрации, усиления сигналов;
- аналого-цифровое преобразование;
- вычислительные средства для обработки сигналов.

При регистрации кривых и изображений осуществляется преобразование физических характеристик организма в электрические сигналы. Получаемые кривые (электрокардиограмма, реограмма, пневмотахограмма, капнограмма, фотоплетизмограмма и др.) являются аналоговыми (непрерывными) сигналами. Современная вычислительная машина может обрабатывать информацию, представленную только в цифровой форме. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) является стандартным устройством для преобразования непрерывного сигнала в дискретную цифровую форму.

Суть аналого-цифрового преобразования сводится к многократным, сделанным с определенной частотой, измерениям напряжения вводимого аналогового сигнала. Частота, с которой осуществляется преобразование, называется частотой дискретизации сигнала. Она измеряется в герцах. Любой периодический сигнал можно представить набором синусоид. Чем чаще изменяется сигнал, тем больше синусоид нужно для его описания. Представление сигнала как набора синусоид называется его спектром. Чтобы получить представление сигнала в цифровой форме, достаточное для выявления характерных точек, которые необходимы для обработки сигнала, частота дискретизации должна вдвое превышать максимальную частоту его спектра.

Для оцифровки кардиологических кривых используется большая частота дискретизации, чем для респираторных: например, для электрокардиографического сигнала используется частота дискретизации 500 Гц, реографического — 100, а капнографического — 25 Гц.

Полученный в результате оцифровки аналогового сигнала цифровой массив обрабатывается с помощью специальных алгоритмов. Алгоритмы для ввода, обработки медицинских сигналов и изображений, а также построения заключений составляют основу программного обеспечения таких систем.

В самом простом и до сих пор распространенном варианте суть обработки сигналов сводится к поиску характерных точек (минимумов, максимумов, перегибов, переходов через нулевое значение и т.д.), расчету временных интервалов и амплитуд, необходимых для получения величин физиологических параметров.

Сигналы могут обрабатываться автоматически, т.е. полностью без участия врача. Но до сих пор существуют АС с возможностью полуавтоматической обработки кривых — это особенно важно при обработке «сложных» неритмичных сигналов, когда врачу предъявляется кривая, а он с помощью специальных реперов выделяет характерные точки. Наконец, возможен автоматизированный вариант, когда разметка сигнала осуществляется автоматически, а ее результат предъявляется врачу, который может отредактировать его. В АС обработки медицинских кривых и изображений встречаются все три варианта.

Автоматизированные системы для обработки изображений имеют специфику как по применяемым средствам для съема информации, так и по используемым специализированным алгоритмам обработки. Важное значение имеют характеристики регистрируемого изображения, особенности выведения его на экран (число точек по вертикали и горизонтали, число градаций степеней яркости, особенности цветопередачи и т.д.). В таких системах обязательно должны реализовываться возможности выделения контура исследуемых областей, изменения контрастности, масштабирование. В результате обработки должно получаться новое изображение, лучше исходного, в частности возможно создание и псевдотрехмерного изображения.

При построении заключений в АС обработки медицинских сигналов и изображений используются разные методы и подходы (см. подразд. 7.3 и 7.4).

Кроме специализированных алгоритмов для ввода и обработки сигналов и изображений программное обеспечение таких систем включает встроенную БД для хранения архива сигналов, изображений, заключений, а также интерфейс, обеспечивающий взаимодействие медицинского работника с АС. В последнее время в связи с появлением очень больших по объему изображений (типа МРТ) такие архивы сохраняются не на ПК, а в специальных хранилищах на дисковых массивах серверов.

Таким образом, современная АС обработки медицинских сигналов и изображений позволяет осуществлять:

- 1) настройку на исследование: ввод паспортных, антропометрических данных, определение объема и режима исследования, ввод специализированной информации после установки датчиков на пациента;
- 2) проведение исследования с визуализацией кривых, изображений (при необходимости в режиме реального времени), возможностями остановки изображения, выбора необходимых участков для анализа, занесение в БД;
- 3) построение заключения с визуализацией результата в табличной и графической форме, облегчающей интерпретацию данных;
- 4) получение твердых копий (распечатку) как исходных сигналов, так и всех результатов;
- 5) работу с БД системы.

Трудно назвать физиологический сигнал, обработка которого в большей или меньшей степени не была бы автоматизирована. В настоящее время обработку сигналов и изображений осуществляют в Научном центре сердечно-сосудистой хирургии (НЦССХ) им. А. Н. Бакулева, Московском областном научно-исследовательском клиническом институте (МОНКИ) им. М.Ф. Владимирского, МГУ им. М.В.Ломоносова, МИФИ, МГТУ им. Н.Э.Баумана, других государственных учреждениях, многочисленных отечественных и зарубежных фирмах и организациях.

К сожалению, широко внедряемых АС обработки медицинских сигналов и изображений немного. Причин этому, как объективных, так и субъективных, несколько. Автоматизированные системы для обработки сигналов и изображений отличаются по используемым алгоритмам и вычислительной технике, возможностям расчета производных показателей и построения заключений, настройке на конкретную медицинскую аппаратуру и т.д. Тем не менее, рынок АС обработки медицинских сигналов и изображений (для отделений функциональной диагностики, лабораторной диагностики и др.) заполнен как зарубежными, так и отечественными системами, и пришло время для исследования его качественного состава.

7.3. Автоматизированные системы для консультативной помощи в принятии решений

Среди систем для помощи в принятии решений на основании используемых методов выделяют:

- автоматизированные системы для распознавания патологических состояний методами вычислительной диагностики;
 - автоматизированные консультативные системы для помощи в принятии решений на основе интеллектуального (экспертного) подхода;
 - автоматизированные гибридные (экспертно-статистические, экспертно-моделирующие) системы для консультативной помощи в принятии решений.
- Рассмотрим эти системы подробнее.

7.3.1. Автоматизированные системы для распознавания патологических состояний методами вычислительной диагностики

С начала 1960-х гг. при решении задач дифференциальной диагностики использовались методы математической статистики и распознавания образов (под образами понимаются классифицируемые классы — заболеваний, состояний). В России первыми применили вычислительную диагностику Н. М.Амосов и М.Л. Быховский.

Вычислительная диагностика используется для решения задач:

- клинической дифференциальной диагностики;
- выявления лиц с повышенным риском заболевания при массовых профилактических или профессиональных осмотрах;
- прогнозирования течения заболевания, эффективности лечения, оценки тяжести состояния, исхода заболевания.

Примерный план действий при разработке алгоритма (решающего правила) для дифференциальной диагностики заболеваний (состояний, синдромов) в большинстве случаев состоит из четырех этапов.

1. *Постановка задачи.* Формулируется перечень заболеваний (синдромов, состояний), которые необходимо распознавать с помощью разрабатываемого правила. При этом необходимо учитывать, что все объекты (пациенты) должны описываться определенным набором параметров, с помощью которых предположительно можно будет распознать эти объекты. Формируется их перечень. Создается формализованная карта параметров с их градациями. Продумывается система (шкала) кодирования градаций параметров.

2. *Формирование обучающей выборки.* Чтобы приступить к решению задачи дифференциальной диагностики, нужно иметь некоторое множество реальных историй болезни с известными верифицированными диагнозами, которые и будет распознавать построенное в будущем решающее правило. Такое множество необходимо для анализа материала с целью определения статистически «типичной» картины для каждого рассматриваемого заболевания (состояния, синдрома) — образа заболевания.

Однако важно понимать, что в обучающую выборку должны войти все пациенты за определенный (обычно несколько лет) период работы клиники или случайно отобранные больные, соответствующие сформулированным критериям отбора.

Неслучайный отбор пациентов может привести к разработке узконаправленного правила.

Необходимо отметить, что сформировать обучающую выборку можно как на ретроспективном материале (по историям болезни), так и в проспективном исследовании. Чрезвычайно важны полнота собираемого клинического материала и его объем при минимальном числе пропущенных значений используемых параметров. Формализованные карты всех пациентов, входящих в обучающую выборку, заносятся в массив (например, в таблицу *MS Excel*), который впоследствии и будет обрабатываться для получения диагностического алгоритма.

3. Исследование параметров на информативность и минимизация их количества. Подходов к исследованию параметров на информативность при дифференциальной диагностике и решении задач прогнозирования достаточно много. Это и подсчет частот, и применение методов параметрической и непараметрической статистики для исследования различий средних значений выборок, точного метода Фишера, метода Байеса (например, для оценки диагностической информативности совокупности отобранных параметров) и др.

Важно, что в результате такого исследования в рассмотрении остаются наиболее информативные параметры, число которых существенно сокращается, причем без ущерба для конечной цели — распознавания дифференцируемых состояний. Наоборот, повышение качества распознавания происходит при отборе наиболее информативных параметров, так как при этом отсеиваются параметры, создающие так называемый «шум», т.е. не имеющие дифференциально-диагностической ценности.

Для минимизации количества параметров можно (и часто нужно) использовать математические методы, например корреляционный анализ. Если имеет место сильная корреляция, то один из пары параметров следует убрать из набора. В этом случае необходимо рассматривать как клинические аргументы, так и аргументы с позиции здравого смысла (например, какой из параметров труднее и дороже измерять, тот из пары и следует исключить).

4. Получение решающего правила и его оценка. Для получения диагностического алгоритма часто используют принципы кластеризации, методы множественного статистического анализа: дискриминантный, регрессионный, нейросетевой и др. В настоящее время для этого в большинстве случаев используют известные статистические пакеты: *SPSS, Statistica* и др.

Два принципиально различных подхода к распознаванию — вероятностный (стохастический) и детерминистский — выдают решение в различной форме. При вероятностном подходе ответ сопровождается оценкой (обычно в процентах), указывающей на возможность того или иного диагноза (прогноза). При детерминистском однозначно указывается один из возможных вариантов ответа.

Критериев качества распознавания несколько. Одним из них является процент правильных отнесений (или наоборот — число ошибок распознавания) на обучающей выборке. Принято оценивать чувствительность диагностического алгоритма и его специфичность.

Чувствительность — доля пациентов с диагностированным заболеванием среди всех пациентов с данным заболеванием в обучающей выборке, т.е. отношение числа истинно положительных результатов к числу случаев с наличием заболевания.

Специфичность — это доля пациентов с диагностированным заболеванием среди пациентов без данного заболевания в обучающей выборке, т.е. отношение числа истинно отрицательных результатов к общему числу случаев с отсутствием заболевания.

Одним из способов оценки качества полученного диагностического алгоритма является проведение скользящего экзамена. Суть его заключается в том, что данные каждого пациента по очереди исключаются из обучающей выборки, процедура классификации повторяется без него, а затем данные исключенного пациента подставляются в полученное правило и оценивается правильность диагностики.

Достаточно распространенным подходом к оценке полученного диагностического алгоритма остается его проверка на контрольной (экзаменационной) выборке ретроспективных данных и в опытной эксплуатации в проспективном исследовании. Этапы распознавания можно представить следующим образом:

- 1) предварительный анализ данных и минимизация пространства параметров;
- 2) классификация на обучающей выборке;
- 3) контроль результатов классификации на экзаменационной выборке.

Весь описанный процесс разработки диагностических алгоритмов кроме первого этапа, на котором активно участвует врач как эксперт, и оценки эффективности полученного решающего правила обычно осуществляется с минимальным участием врача. Он является пользователем системы. Современные системы не только строят диагностическое заключение (нозологический диагноз, синдромальный диагноз и др.), но и представляют его в виде, облегчающем интерпретацию.

Автоматизированные системы вычислительной диагностики могут быть полезны для начинающих врачей, клинических ординаторов, фельдшеров. В особенности это касается необходимости принятия решений в отношении редких заболеваний. Высокоэффективным является применение таких систем при неотложных состояниях (в условиях дефицита времени на принятие решений при небольшом объеме имеющейся о пациенте информации), особенно в дистанционном режиме.

С конца 1970-х до середины 1980-х гг. в Российской Федерации осуществлялась масштабная программа по разработке и внедрению системы дистанционной консультативной диагностики (руководитель программы — С. А. Гаспарян). В ее реализации участвовали восемь медицинских вузов и клинических НИИ, три территориальных медицинских вычислительных центра.

Целью разработки было создание системы вычислительной диагностики, позволяющей осуществлять дифференциальную диагностику заболеваний в дистанционном режиме при неотложных состояниях: нарушениях мозгового кровообращения, травмах черепа, ишемической болезни сердца, инфаркте миокарда, острых заболеваниях органов брюшной полости, таза, забрюшинного пространства, в том числе в педиатрической практике.

В середине 1980-х гг. система была внедрена в 48 административных территориях РФ на базе круглосуточно работающих консультативных диагностических центров при отделениях санитарной авиации. Дистанционная диагностика осуществлялась путем телефонного или радиообщения между врачом, обратившимся за консультацией, и дежурным оператором центра (средним медицинским работником). Врач диктовал номера признаков формализованной карты осмотра больного дежурному оператору центра, который вводил эти данные в компьютер и передавал врачу результаты диагностического заключения. Пользователю передавался также перечень признаков, которые могли бы повысить качество диагностики при повторной обработке данных, и выдавалась рекомендация о времени повторного обращения в центр.

В системе детского здравоохранения была создана ассоциация «Неотложная педиатрия» (руководитель — Э. К. Цыбулькин), объединившая ЛПУ более 10 регионов — пользователей системы дистанционного вычислительного консультирования.

Средний уровень правильной диагностики, осуществляемой врачами районных и сельских больниц, в то время составлял 62 %. Анализ 40 тыс. консультаций, осуществленных консультативными диагностическими центрами, показал, что использование системы вычислительной диагностики позволило поднять уровень правильно диагностированных случаев до 87 %, а при повторной обработке данных на расширенном наборе признаков — до 95 %.

Подобные разработки могут иметь хорошие перспективы для использования при дистанционной диагностике с помощью современных телемедицинских технологий (см. гл. 4).

Системы для распознавания патологических состояний методами вычислительной диагностики могут использоваться как отдельно, так и в составе автоматизированных рабочих мест врачей разных профилей.

Существенным недостатком большинства диагностических алгоритмов, построенных с помощью методов распознавания образов, была и остается непрозрачность их логики для медицинского персонала. Врачи, работающие с такими системами, пытаются интерпретировать хотя бы набор признаков, вошедших в диагностический алгоритм, но не могут понять логику решений автоматизированной системы.

7.3.2. Автоматизированные консультативные системы для помощи в принятии решений на основе интеллектуального (экспертного) подхода

Искусственный интеллект — это область компьютерной науки, занимающаяся, по определению Дж. Ф.Люгера (Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем: пер. с англ. / Дж.Ф.Люгер. — М.: Изд. дом «Вильямс», 2003), «автоматизацией разумного поведения» на основе использования знаний, получаемых от экспертов или из литературных источников.

Диагностическое заключение врача представляет собой результат логических умозаключений, базирующихся на научных знаниях, субъективном опыте, полученном в процессе работы, и здравом смысле. Принципы математической статистики не всегда эффективны при анализе клинических данных, в особенности при редких

заболеваниях, когда имеются малые выборки. Поэтому наряду с обработкой данных широкое применение нашла и «обработка» знаний.

Под знаниями подразумеваются закономерности предметной области (принципы, связи, законы), полученные в результате теоретических исследований, практической деятельности и профессионального опыта, позволяющие специалистам ставить и решать задачи в этой области. Если знания отражены в литературе, системы, построенные на основе их использования, называют интеллектуальными. Если же знания были получены в процессе собеседований с высококвалифицированными специалистами (экспертами в конкретной области медицины), системы называют экспертными.

Для того чтобы знания можно было использовать при построении систем, их формализуют. Под формализацией понимается однозначное (иногда многозначное) описание клинических проявлений заболеваний (включающее дифференциально значимые признаки и их сочетания для отдельных или групп заболеваний), профессиональных навыков, технологий, методов принятия решений, на основе которого возможно последующее моделирование деятельности врача и использование знаний в автоматизированных системах, в данном случае экспертных. Знания предметной области по источникам можно разделить на фактические и эвристические. Фактические знания — хорошо известные в данной предметной области факты, описанные в специальной литературе. Эвристические знания основаны на собственном опыте специалиста-эксперта, пользоваться ими нужно осмотрительно, но именно они определяют эффективность ЭС.

Экспертная система — это программа для компьютера, оперирующая с формализованными знаниями врачей-специалистов и имитирующая логику человеческого мышления, основанную на знаниях и опыте экспертов с целью выработки рекомендаций или решения проблем. Одним из важных свойств ЭС является ее способность объяснить понятным для пользователя образом, как и почему принято то или иное решение. Экспертные системы эффективны в специфических областях, таких как медицина, в которых существует много вариантов проявлений заболеваний и поэтому отсутствуют однозначные критерии диагностики и лечения, в связи с чем важен эмпирический опыт специалистов и качество принятия решения зависит от уровня экспертизы. По областям применения можно выделить ЭС для диагностики, интерпретации данных, лечения, прогнозирования и мониторинга за состоянием больных. По данным исследования, проведенного в США в середине 1990-х гг., медицина является одним из основных потребителей ЭС — около 23 % всех имеющихся.

Пользователем ЭС обычно является специалист в той же предметной области, для которой разработана система, но его квалификация недостаточно высока по конкретному профилю патологии, в связи с чем он нуждается в поддержке принятия решений. Пользователями медицинских ЭС могут быть также врачи смежных специальностей, общей практики, ординаторы, интерны.

Как разработчики, так и пользователи предъявляют к медицинским ЭС ряд требований.

1. Система должна обеспечивать высокий уровень решения задач в своей предметной области.

2. «Поведение» ЭС (задаваемые врачу вопросы, рекомендации, логика работы и принятия решений) должно моделировать поведение грамотного врача.

3. Система должна объяснять получаемые решения, используя конструкции, понятные врачу.

4. Созданные ЭС должны обеспечивать возможность модификации при обновлении медицинских знаний по данной предметной области.

Близки к процессу дифференциальной диагностики заболеваний предложенные В. К. Финном интеллектуальные системы на основе ДСМ-рассуждений (ДСМ — по инициалам Джона Стюарта Милля), использующие понятия аргументов и контраргументов, т.е. утверждений «за» или «против» диагноза при наличии определенных признаков (показателей).

В ЭС реализуются четыре базовых функции:

- 1) приобретение (извлечение) знаний;
- 2) представление знаний;
- 3) управление процессом поиска решения;
- 4) разъяснение принятого решения.

Приобретение знаний — это восприятие опыта решения проблемы от источника знаний (эксперт, литература) и преобразование его в вид, который позволяет использовать эти знания в экспертной или интеллектуальной системе. Для извлечения знаний необходимы усилия не только эксперта, знающего предметную область, но и когнитолога или инженера по знаниям (*knowledge engineer*) либо аналитика, владеющего методами извлечения, структуризации и организации знаний предметной области. Извлечение знаний может происходить в процессе собеседований между инженером по знаниям и экспертом в конкретной проблемной области или в результате взаимодействия эксперта со специальной программой, замещающей в этом случае когнитолога.

Представление знаний — описание приобретенных знаний с помощью машинного языка (языка представления знаний), включая проверку на корректность и полноту. Существует несколько языков представления знаний. Самыми распространенными из них в настоящее время являются продукционные модели, фреймы, семантические сети.

Продукционная модель, или модель, основанная на правилах, позволяет представить знания в виде предложений типа «Если (условие), то (действие)». При выполнении условия реализуется действие.

К достоинствам продукционных моделей можно отнести простоту и наглядность представления знаний, их модульность, что обеспечивает легкую модификацию имеющихся и добавление новых правил. Однако у этого подхода имеются и

недостатки. Главным из них является ограниченность его использования для представления знаний, которые выходят за рамки утверждений типа «Если..., то...».

Фрейм (от англ. *frame* — рамка) — структура данных для представления стереотипных знаний. Он представляет собой логическую запись, включающую поля (подструктуры) для хранения информации. Эти поля называют слотами (от англ. *slot* — щель). Некоторые слоты могут хранить неизменяемую информацию. Слоты могут также содержать перечень возможных значений, присоединенные процедуры (позволяющие производить операции для получения значения этого слота) или другие фреймы. В каждом слоте задается условие, которое должно выполняться при установлении соответствия между значениями. Соединив множество фреймов, являющихся отношениями, можно построить фреймовую систему.

Использование фреймов для представления знаний позволяет получить описание проблемной области в виде связанных, иерархически упорядоченных, крупных информационных структур.

Семантические сети состоят из узлов, представляющих концепты (понятия), и связей — отношений между ними. Все узлы сети определяются через другие узлы.

Отношения между концептами могут быть двух типов. Первый тип отношений может быть сформулирован как отношения «от общего к частному», чему могут соответствовать фразы «включает в себя», «состоит из», «содержит». Второй тип — это отношение «от частного к общему», чему соответствуют формулировки «является частью», «характерно для». Частным случаем семантических сетей являются семантические пороговые иерархические сети. Они устроены таким образом, что «переключение» на узлы более высоких по иерархии уровней происходит только после того, как будет преодолен заданный порог.

Особенностью семантической сети, являющейся и ее недостатком, является ее целостность — невозможность разделить базу фактических знаний и механизм поиска решения.

Каждая модель представления знаний имеет свои достоинства и недостатки, поэтому при решении клинических задач в настоящее время обычно используется не одна, а несколько взаимно дополняющих моделей представления знаний: продукционная модель, фреймовая структура.

Управление процессом поиска решения — это осуществление доступа к знаниям, порядок и способ их использования в процессе формирования решения.

Разъяснение принятого решения — важная базовая функция, обеспечивающая высокий уровень доверия к ЭС. Данная функция позволяет врачу понять логику, оценить качество и безопасность решений, предлагаемых системой, и сделать окончательный обоснованный выбор.

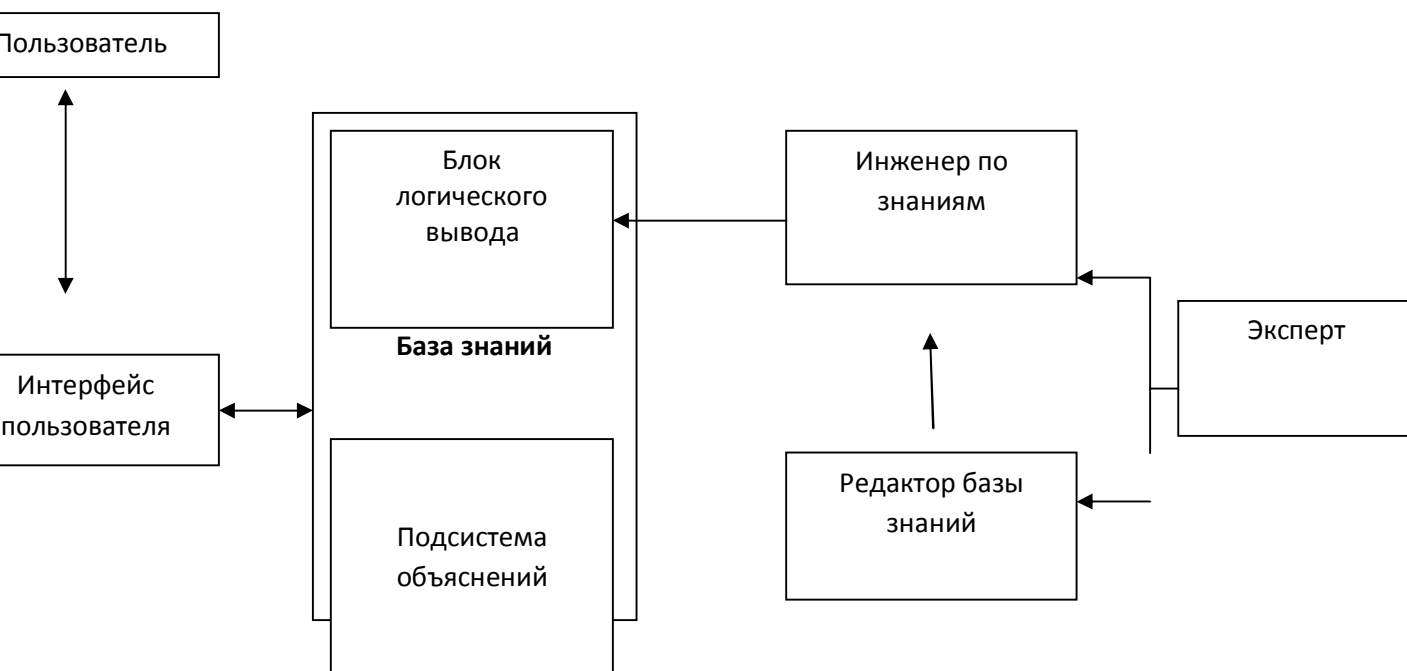
Экспертная система имеет структуру, состоящую из набора определенных блоков (рис. 4).

База знаний (БЗ) является ядром экспертной или интеллектуальной системы. Это совокупность знаний предметной области, записанная на машинный носитель в форме, понятной пользователю и эксперту.

Создание БЗ является основной задачей когнитолога и главным этапом разработки ЭС. В функции когнитолога входит не только опрос экспертов, но и последующее сопоставление и обобщение полученной информации, а также ее представление в виде формализованных знаний (совокупности фактов и правил) в форме, пригодной для непосредственного занесения в БЗ. Когнитолог является основным разработчиком базы знаний ЭС. От полноты признакового пространства, включая связи симптомов разработанной БЗ, и точности сформулированных алгоритмов вывода зависит качество выносимых ЭС решений.

Разработка БЗ экспертной системы для диагностики и консультативной помощи в принятии решений включает в себя несколько этапов.

1) Формирование эталонного описания основных диагностических заключений. Эталонное описание диагноза — это наиболее полная совокупность характерных признаков анамнеза, текущих клинических симптомов, результатов лабораторных и специальных исследований, присущих конкретному диагнозу. При использовании в описании весовых коэффициентов признаки могут иметь разные значения, характеризующие их вклад для выдвижения конкретной диагностической гипотезы.



Экспертные системы модификации

Блок разработки и

Рис. 4. Структура экспертной системы

2) Формирование признакового пространства, обеспечивающего решение выбранной проблемы. Признаковое пространство формируется как объединение подмножеств признаков, вошедших в эталонное описание всех диагностических заключений, сформированных на первом этапе создания БЗ.

3) Формирование алгоритмов (решающих правил), позволяющих получать диагностические заключения. Алгоритмы могут быть:

1. эмпирическими, т.е. сообщенными экспертом;
2. обнаруженными в больших БД историй болезни — шаблоны, отражающие многоаспектные взаимоотношения в данных; процесс обнаружения в «сырых» данных ранее неизвестных, практически полезных и доступных для интерпретации знаний носит название *Data Mining*, т.е. «раскопка» или «добыча» данных (синонимами этого понятия являются *Knowledge discovery in databases* — обнаружение знаний в БД и интеллектуальный анализ данных);
- 3) полученными в результате специальной статистической обработки первично извлеченными у эксперта знаниями.

Блок логического вывода — это программа, моделирующая ход рассуждений эксперта на основании знаний, имеющихся в БЗ.

Подсистема объяснений — программа, позволяющая пользователю получить ответ на вопрос, как и почему было принято то или иное решение.

Редактор базы знаний — программа, предоставляющая инженеру по знаниям возможность дополнять разработанную БЗ, что позволяет ЭС не терять свою актуальность с течением времени. Другой вариант пополнения БЗ был предложен в конце 1970-х гг. американскими исследователями, создавшими программу *TEIRESIAS*, обеспечивающую интерактивный диалог с экспертом на ограниченном естественном языке. Но широкого использования этот подход не нашел ввиду большой сложности такой работы для экспертов.

Интерфейс пользователя — это комплекс программ, реализующих интерактивный диалог с ЭС. Он должен соответствовать задачам системы, обеспечивать высокую скорость работы с программой, минимизировать количество человеческих ошибок в процессе работы с системой, быть удобным, т.е. «дружественным».

В различных областях медицинских знаний накоплен определенный опыт в построении АС по принятию врачебных решений.

Одной из первых медицинских ЭС, в которых в качестве основной модели представления знаний использовалась система продукций, была диагностическая система *MYCIN*, предназначенная для идентификации возбудителей инфекционных заболеваний. Эта система ставит диагноз, исходя из имеющихся симптомов, и рекомендует курс лечения. Она содержит 450 правил, разработанных при участии группы специалистов по инфекционным заболеваниям Стэнфордского университета. Знания в *MYCIN* подразделяются на факты и продукции. Система «умеет» объяснять свои заключения, позволяет модифицировать старые правила и вводить новые.

Система *Empty MYCIN (EMYCIN)* - «пустая» *MYCIN* - является универсальной системой, не зависящей от конкретной проблемной области. Это одна из первых «оболочек» для разработки медицинских ЭС. На ее основе были созданы:

PUFF — для диагностики легочных заболеваний с использованием результатов функциональных следований;

ONCOCIN — для химиотерапевтического лечения онкобольных и наблюдения за ними;

BLUE BOX — для диагностики и лечения депрессий и других состояний.

Наиболее крупная по числу диагностируемых терапевтических заболеваний ЭС *INTERNIST/CADUCEUS* содержит в БЗ сведения о 500 нозологических единицах и 6 000 признаках.

Среди отечественных разработок можно выделить:

«МОДИС» — для диагностики различных форм артериальной гипертензии;

«КОНСУЛЬТАНТ-2» — для диагностики острых заболеваний брюшной полости с учетом уровня подготовки медицинского персонала (врач, фельдшер);

«ДИНАР» — диспетчерско-консультативная система по неотложным состояниям в детском возрасте;

«ЭСТЕР» — для диагностики лекарственных отравлений — анализирует 19 групп распространенных препаратов, имитирует рассуждения врача-эксперта в токсикологии.

Среди отечественных ЭС хотелось бы выделить многолетний и разносторонний опыт разработок для педиатрии под руководством Б. А. Кобринского. Существуют также ЭС для дифференциальной диагностики неотложных состояний («ДИН», 1989), 1 200 наследственных болезней («ДИАГЕН», 1991), судорожных синдромов («ИНФАНТИЛЬНЫЙ СПАЗМ», 1997). И это далеко не полный перечень применяющихся систем.

7.3.3. Автоматизированные гибридные системы для консультативной помощи в принятии решений

Опыт в разработке АС для распознавания патологических состояний методами вычислительной диагностики и с использованием искусственного интеллекта позволил специалистам в области медицинской информатики сделать следующий шаг — перейти к гибридным системам, которые сочетают в себе разные подходы. Для решения одной и той же задачи в принципе можно использовать как алгоритм диагностики на основе математической статистики, математических моделей, так и системы знаний. Эти составляющие могут быть включены как подсистемы в единую автоматизированную консультативную систему.

Рассмотрим два подхода к построению гибридных систем.

Первый подход подразумевает создание ЭС для мониторно-компьютерного контроля, построенных на совокупности математических и логико-лингвистических моделей в НЦССХ им. А. Н. Бакулева. Этот подход реализован в виде систем «Гарвей», «Айболит», «Миррор». Алгоритм, обеспечивающий врача информацией для обоснованного принятия решений, опирается на фундаментальные знания в области кровообращения и работы сердца. Предложенная технология обеспечивает персонализацию суммы знаний о пациенте на основе контроля результатов текущих решений системы.

Второй подход может иллюстрировать гибридная система для консультативной диагностики типов инсульта (ишемического и геморрагического), включающая патогенетические подтипы ишемического инсульта на основе сочетания трех методов: статистического, логико-статистического и нейросетевого, разработанная в Научно-

исследовательском центре неврологии РАМН. Как результат их объединения появилось понятие «статистические ЭС». В частности, в решающих правилах ЭС начали применять математические методы для «вычисления» на разных этапах построения интеллектуальных систем.

7.4. Автоматизированные системы для управления жизненно важными функциями организма

В отделениях реанимации и интенсивной терапии используют АС для помощи врачу при управлении жизненно важными функциями организма или для постоянного интенсивного наблюдения. Большая часть из них предназначена для индивидуализированного мониторингового наблюдения за витальными параметрами организма. Такие системы называют прикроватными или мониторно-компьютерными системами (МКС). В настоящее время нормой для клинической практики является оборудование отделения реанимации и интенсивной терапии одной или даже несколькими МКС.

Безусловным достоинством большинства импортных МКС является их высокая надежность, простота съема данных, высокое качество датчиков и измерительных блоков. Отечественные разработки отличаются более выраженной интеллектуальной емкостью. Мониторно-компьютерные системы призваны обеспечивать в режиме реального времени (*on-line*) регистрацию основных физиологических сигналов для исследования систем гомеостаза, расчет величин витальных параметров, представление волновых форм снимаемых кривых и цифровой информации на мониторе. До сих пор некоторые МКС имеют «моносистемную» (в плане физиологических систем) или близкую к ней направленность, например системы для наблюдения за состоянием кровообращения с возможностью регистрации респираторной кривой и расчетом частоты дыхания. Но становится все больше систем, в которых реализованы съем и обработка сигналов для получения оптимизированного набора жизненно важных показателей по принципу разумной достаточности.

Наиболее распространенный набор мониторируемых кривых включает: электрокардиограмму (мониторное отведение), сигнал для расчета артериального давления, кривую венозного давления, кривую для расчета минутного объема крови, капнограмму, фотоплетизмограмму.

В течение нескольких десятилетий обсуждается идея модульного построения прикроватных систем — несколько вариантов оформления со стандартным числом блоков для мониторинга и общим модулем питания.

Каждый блок представляет собой небольшой (стандартного размера) монитор определенного сигнала, блоки комбинируются в любой последовательности в зависимости от профиля отделения реанимации и интенсивной терапии. Несмотря на безусловную привлекательность, эта идея до сих пор не завоевала достойного места на рынке автоматизированных приборов и систем для слежения за витальными параметрами.

В МКС, как и в АС обработки сигналов для отделений функциональной и лабораторной диагностики, реализуется следующая технологическая цепочка:

- 1) датчики и электроды, наложенные на пациента;
- 2) измерительные блоки;
- 3) аналого-цифровой преобразователь;
- 4) вычислительные средства.

В результате аналого-цифрового преобразования непрерывные сигналы становятся массивами чисел, после чего обрабатываются с помощью специальных алгоритмов. При обработке сигналов широко используются модельные представления о физиологических системах организма. В МКС используется только автоматический способ обработки сигналов (без участия медицинского персонала). Однако до 15% всей мониторинговой информации составляют артефакты.

Некоторую информацию вводят в МКС вручную: это паспортные, антропометрические данные (рост, масса тела, геометрические параметры тела), некоторые специальные параметры (атмосферное давление, влажность воздуха и др.), необходимые для расчетов. Ввод величин параметров вручную в основном осуществляется на этапе настройки АС на конкретного пациента и занимает до 5 мин. В определенных клинических ситуациях при необходимости экстренного начала мониторинга большую часть настройки можно опустить. Нельзя исключать лишь выбор мониторируемых сигналов и ввод необходимой для их обработки специальной информации.

В мониторинговом режиме современные МКС работают сколь угодно долго. Работа осуществляется по циклическому принципу. Цикл мониторинга включает периоды:

- 1) съема сигналов;
- 2) их обработки;
- 3) представления обновленной информации на экране.

Длительность цикла мониторинга в современных автоматизированных следящих системах для отделения реанимации и интенсивной терапии составляет 1 мин. При этом визуализация регистрируемых кривых происходит практически в режиме реального времени.

Представление информации на дисплее осуществляется в нескольких стандартных формах, для каждой из которых обязательными являются краткая информация о пациенте — фамилия, инициалы, номер истории болезни, обновляемые величины заданных в данной МКС витальных параметров и «подсказки» по работе с системой.

В МКС применяются три наиболее используемых форм представления.

1. Экран волновых форм. На экране «плывут» несколько мониторируемых кривых (по выбору пользователя). Врач-реаниматолог оценивает состояние больного, ориентируясь в том числе и на форму регистрируемых кривых (мониторного отведения ЭКГ, капнограммы, кривой потока крови в крупных сосудах и т.д.).

2. Экран динамических трендов (тренд — изменение параметра во времени). На основной части экрана выводится динамика нескольких витальных параметров по выбору врача. По окончании каждой минуты осуществляется вывод вновь полученных величин. Такая форма представления особенно хорошо себя зарекомендовала при

использовании быстро (и не всегда одинаково) действующих медикаментов и при использовании экстракорпоральных пособий.

3. Табличная форма представления витальных параметров. По оси абсцисс указаны параметры, по оси ординат — время. Форма снабжена линейками прокрутки. Получаемые в процессе мониторинга величины все время появляются в соответствующих ячейках таблицы. Таблица включает не только определенный в данной системе и относительно короткий перечень витальных параметров, а все рассчитываемые показатели (40 — 60).

По окончании мониторинга или в любой момент по желанию пользователя выводятся табличный и графический отчеты в исходном или «свернутом» виде. Мониторно-компьютерная система хранит информацию за последние 24 — 48 ч динамического наблюдения. Информация может передаваться в отдельную БД для долгосрочного хранения.

В таких системах кроме повременных срезов основных физиологических параметров (частоты сердечных сокращений, ударного и сердечного индексов, артериального давления, центрального венозного давления, частоты дыхания, напряжения углекислого газа в конце выдоха, оценки неравномерности вентиляционно-перфузионных отношений и др.) используются результаты всех проводимых анализов, данные карты ведения больного, например жидкостного баланса.

В последнее десятилетие в разработке систем для управления жизненно важными функциями организма произошел качественный скачок. Отмечается рост числа АС для поддержки решений врача при интерпретации данных пациента отделения реанимации и интенсивной терапии — интеллектуальных автоматизированных систем для постоянного интенсивного наблюдения. Эти системы не являются системами для слежения за величинами витальных параметров. Они ориентированы на анализ не только информации, получаемой в процессе мониторинга, но всех имеющихся на момент анализа сведений о пациенте, включая анамнестические, клинические, лабораторные данные, а также информацию, полученную с помощью инструментальных методов исследования вне мониторинга. В реанимационной интеллектуальной АС должны реализовываться диагностические алгоритмы и решающие правила, полученные на больших объемах клинической информации путем интегрирования вычислительных процедур и экспертных оценок.

В интеллектуальных АС, предназначенных для помощи врачу при интерпретации данных, выделяют режимы:

- 1) для анализа состояния физиологических систем организма;
- 2) интерпретации динамики количественных параметров;
- 3) прогнозирования.

Режимы для анализа состояния физиологических систем организма предоставляют возможность оценки систем кровообращения, дыхания, кислотно-щелочного равновесия и др. По выбранному врачом временному срезу осуществляется построение заключения и выведение графического «портрета» состояния соответ-

ствующей системы организма. «Портреты» могут «пролистываться» и «накладываться» друг на друга, что облегчает оценку динамики.

Режимы интеллектуальной АС, нацеленные на помощь врачу при оценке количественных параметров, предоставляют возможность выводить динамику одного или нескольких клинически значимых параметров пациента (в любых сочетаниях) в разных графических формах.

Самой востребованной является экран линейных трендов. На экран выводится динамика нескольких параметров по выбору врача за определенный промежуток времени. Каждый параметр выводится на отдельном графике, на котором также выведен диапазон условной нормы по данному параметру.

Одна из первых таких систем, в которой реализованы описанные режимы, — «Гастроэнтер» — была разработана в Российском государственном медицинском университете (руководитель разработки — Т.В.Зарубина).

Как МКС, так и интеллектуальные АС для постоянного интенсивного наблюдения могут использоваться в отделениях реанимации и интенсивной терапии независимо. Даже при отсутствии их интеграции они помогают врачу-реаниматологу в его непростой деятельности.

В ряде ЛПУ автоматизированные системы для постоянного интенсивного наблюдения являются важной составляющей АРМ медицинского персонала отделения реанимации и интенсивной терапии.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение медико-технологических информационных систем?
2. Какие функции обеспечивают медико-технологические информационные системы?
3. Как медико-технологические информационные системы подразделяются по целевому назначению?
4. В каких отделениях ЛПУ используются автоматизированные системы для обработки медицинских сигналов и изображений?
5. Дайте характеристику возможностям современной автоматизированной системы для обработки медицинских сигналов и изображений.
6. Какие системы выделяют среди автоматизированных систем для консультативной помощи в принятии решений?
7. Кто является пользователями автоматизированных систем для консультативной помощи в принятии решений?
8. Для решения каких клинических задач используется вычислительная диагностика?
9. Дайте определение экспертной системы. Какова ее главная особенность?
10. Назовите требования, предъявляемые к медицинским экспертным системам.
11. Кто участвует в разработке экспертной системы?
12. Какие базовые функции реализуются в экспертной системе?
13. Для чего предназначены мониторно-компьютерные системы?
14. Какие функции обеспечивает мониторно-компьютерная система?
15. Что такое «цикл мониторинга»?
16. Назовите формы представления информации в мониторно-компьютерной системе.

17. Для чего предназначены интеллектуальные автоматизированные системы для постоянного интенсивного наблюдения?
18. Какие возможности врачу предоставляют интеллектуальные системы для постоянного интенсивного наблюдения?
19. Определите место МКС и интеллектуальных систем для постоянного интенсивного наблюдения в клинической практике.

Глава 8

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО МЕДИЦИНСКОГО РАБОТНИКА

8.1. Основные функции автоматизированного рабочего места медицинского работника

Автоматизированное рабочее место медицинского работника — это комплекс, обеспечивающий ведение БД, обработку информации и поддержку процессов принятия решений в определенной предметной области. Аналогом АРМ в зарубежных источниках является компьютеризированная врачебная система записи состояния здоровья — *Computerized physician order entry (CPOE)*.

Можно выделить несколько основных функций АРМ.

1. Регистрация пациентов (в АРМ медицинской сестры регистратуры, приемного отделения) и направление на обследование, к врачам-специалистам и на госпитализацию (в АРМ врача, заведующего отделением, главного врача и его заместителя, главного специалиста).

2. Ведение медицинской документации. Эта функция реализуется в большинстве АРМ медицинских работников. Она включает обеспечение ввода, коррекции и хранения данных. Специальный модуль обеспечивает доступ к личному архиву и общим архивным данным с целью поиска прецедентов, что особенно важно при диагностике редких и сложных случаев заболеваний и выборе оптимальной для конкретного случая схемы лечения.

3. Сортировка заявок в АРМ врачей, фельдшеров и медицинских сестер: в системе скорой медицинской помощи, при телемедицинском консультировании, массовом поражении в чрезвычайных ситуациях и военно-полевых условиях.

4. Планирование профилактических эпидемиологических мероприятий (вакцинации, иммунизации) и контроль их выполнения в установленные сроки (в АРМ медицинской сестры прививочного кабинета). Модуль вакцинации и иммунизации должен включать медицинские показания и противопоказания к проведению прививок как постоянного, так и временного характера (например, эпидемиологическая обстановка в регионе, недавно перенесенное пациентом заболевание, выраженные аллергические реакции в анамнезе и т.д.). Этот АРМ строится в соответствии с установленными нормативными требованиями, включая автоматическое формирование журнала прививочного кабинета.

5. Планирование диспансерных осмотров. Это функция АРМ врача поликлиники (общей практики, участкового, специалистов).

6. Поддержка лечебно-диагностических мероприятий. В АРМ врачей эта функция включает компьютерную диагностику, прогнозирование осложнений и динамики патологического процесса, выбор плана обследования и лечения (на основе утвержденных для конкретной патологии стандартов). Поддержка процесса выбора лечебной тактики предусматривает прогностическую оценку предлагаемого подхода, а конкретные методы лечения — учет показаний, противопоказаний, ограничений,

совместимости и побочных эффектов препаратов для конкретного больного, расчет дозировок, ингредиентного баланса жидкостей и парентерального питания в перерасчете на массу или поверхность тела. При планировании оперативного вмешательства проводится автоматическая оценка риска предполагаемого исследования с учетом критерия альтернативы, обусловленного тяжестью состояния.

7. Обработка данных и ведение электронного документооборота при проведении лабораторных, функциональных, радиологических и инструментальных исследований, в том числе с использованием программно-аппаратных комплексов. Поддержка лабораторной диагностики включает оценку результатов исследований в сравнении с нормальными половозрастными значениями показателей, при учете установленного или предполагаемого диагноза и тяжести состояния, а также контроль качества исследований для оценки воспроизводимости, точности, правильности получаемых результатов. Поддержка функциональной и лучевой диагностики в рамках соответствующих АРМ включает: а) проведение расчетов (например, при анализе медицинских сигналов); б) сравнительный анализ физиологических параметров в разные возрастные периоды жизни и при различной патологии, масштабирование и контрастирование изображений, их наложение и сопоставление за различные временные интервалы, т.е. сравнение различных наблюдаемых паттернов (образов) с возможностью их представления в графической форме. Возможен просмотр как отдельных хранимых изображений, так и видеорядов, характеризующих процесс в динамике.

8. Поддержка врачебных решений в процессе контроля мониторируемых показателей физиологического состояния организма. Непрерывный или дискретный контроль параметров жизненно важных систем организма с учетом диагноза и тяжести состояния пациента при одновременном анализе предшествующих и текущих записей в БД позволяет повысить эффективность поддержки принятия врачом оперативных решений.

9. Компьютерное экспериментирование в фармакологии при создании новых фармакологических препаратов и при анализе взаимодействия лекарственных средств между собой. Виртуальный аспект процесса разработки новых медикаментов предполагает использование БД имеющихся фармакологических средств, включающее полный спектр их структуры и физико-химических свойств. Это необходимо для определения будущей реакционной способности метаболита, оценки потенциальной биотрансформации веществ, прогнозирования антипродуктивных качеств лекарственных препаратов и т.д. Аналогичным образом на основании знаний о химических и физических свойствах препаратов обеспечивается анализ взаимодействия лекарственных средств между собой.

10. Поддержка организационных решений, включая прогнозирование и медико-тактические решения в чрезвычайных ситуациях.

11. Медико-статистическая обработка данных. Эта функция должна быть предусмотрена в любом АРМ, но только в АРМ врача-статистика является основной наряду с поддержкой базы медико-статистических данных.

12. Расчет стоимости консультаций, обследования и лечения. Эта функция может осуществляться при необходимости на любом АРМ, но является основной для АРМ экономиста ЛПУ, в котором обычно предусмотрены возможности для углубленного экономического анализа деятельности медицинского учреждения, специальных служб или системы здравоохранения.

13. Доступ к информационным ресурсам и дистанционный обмен данными. Эта функция предполагает возможность: а) обращения к разнообразным базам медицинских данных внутри учреждения (включая БД других АРМ), в специализированной корпоративной сети, в Интернете; б) обмен данными с использованием web-технологий в целях телеконсультирования и интерактивный аудио/видеообмен при видеоконсультациях.

Как видно из изложенного, АРМ медицинского работника — это общее понятие, объединяющее большой ряд АРМ, специализированных в соответствии с профилем деятельности работника. Почти любые проблемно-ориентированные АРМ могут функционировать самостоятельно или в составе ИМС.

8.2. Классификации автоматизированных рабочих мест в здравоохранении

Автоматизированные рабочие места классифицируют по разным критериям: назначению, технологии построения и т.д. Рассмотрим классификацию АРМ, используемых в медицинских учреждениях, в соответствии с их предназначением. Они подразделяются на три класса, внутри которых выделяют еще по несколько подклассов.

1. Медико-технологические:

- клинические — АРМ врачей лечебных отделений, врачей-консультантов, фельдшеров, медицинских сестер;
- функциональные, радиологические, лабораторные — АРМ врачей функциональной диагностики, радиологических отделений, клиничко-биохимических лабораторий и др.;
- фармакологические — АРМ специалистов, осуществляющих разработку лекарственных средств.

2. Организационно-технологические:

- организационно-клинические — АРМ заведующих отделениями, заместителей главных врачей по лечебной работе, главных специалистов;
- телемедицинские — АРМ сотрудников, обеспечивающих проведение телеконсультаций.

3. Административные:

- административно-управленческие — АРМ главных врачей, руководителей органов управления здравоохранением всех уровней;
- медико-статистические — АРМ сотрудников организационно-методических отделов и отделов статистики ЛПУ;
- медико-экономические — АРМ заместителей главных врачей ЛПУ по экономике, сотрудников экономических подразделений органов управления здравоохранением.

По нашим понятиям АРМ в некоторой степени могут быть отнесены к классу *Decision Support Systems (DSS)* (системам поддержки принятия решений (СППР)).

В 2005 г. С.А.Гаспарян предложил классификацию АРМ по их принадлежности к определенному функциональному классу или уровню. Автоматизированное рабочее место первого уровня позволяет осуществлять ввод информации, ее хранение, поиск и выдачу по запросу; второго уровня — должно реализовать расчет параметров, характеризующих состояние объекта управления; третьего уровня — обеспечивать диагностику, дифференциальную диагностику; четвертого уровня — включать функцию прогнозирования и выбора способа воздействия на объект управления.

Такая классификация определяет реализацию отдельных функций, простейшие из которых (ввод, хранение, поиск, обработка и др.) являются обязательными для АРМ более высокого уровня.

8.3. Особенности интеллектуальных автоматизированных рабочих мест

Интеллектуальное АРМ — это программный продукт, в котором некоторая часть или все модули поддержки процесса принятия решений реализованы с использованием систем, основанных на знаниях (экспертных и(или) литературных). Такое АРМ позволяет осуществлять содержательный (в отличие от формального) анализ данных и предоставлять врачу объяснение предложенного решения, учитывающее его профессиональный уровень.

Все сведения, сообщаемые экспертом или извлекаемые из литературных источников при создании интеллектуального АРМ, должны быть проверены на внутреннюю непротиворечивость, полноту и соответствие реальной врачебной практике с учетом предполагаемого использования конкретного АРМ. Для этого можно осуществлять сопоставление с реальными медицинскими картами (историями болезни), описывающими результаты исследований и их медицинскую интерпретацию. Существуют и другие способы проверки интеллектуальных алгоритмов: рецензирование экспертных заключений, использование «игрового» интервью, когда врачу-эксперту задаются вопросы типа «А что, если...?» и др.

Проверку полноты и избыточности списка заболеваний и состояний, а также используемой терминологии проводят путем формального сравнения фраз из предложенного экспертом списка с реальными врачебными заключениями. Для этого выписываются фразы из реальных заключений, не вошедшие в список возможных заключений (это носит название предположительного нарушения полноты), и фразы из списка, не встретившиеся в реальных заключениях (это носит название нарушения избыточности).

Особенно важна проверка на соответствие заключения и клинического описания. При этом проверяются две альтернативы:

- 1) в описании могут быть указаны признаки, сочетание которых практически наверняка достаточно для справедливости определенной фразы из заключения, но врачом эта фраза не указана;
- 2) может быть такой вариант заключения, для которого в описании не указан ни один из необходимых для этого признаков.

Интеллектуальное АРМ, содержащее БЗ которого отвечает всем принципам верификации в конкретной предметной области, обеспечивает более высокое качество предлагаемых врачу-пользователю решений.

8.4. Специализированные рабочие места

Понятие «типовое АРМ» базируется на общих принципах его построения и функционирования. Это необходимое условие для разработки совместимых АРМ. Такой подход не исключает, однако, того, что в реальности большинство АРМ имеют особенности, обусловленные их профилем, которые реализуются в виде определенного набора функций. Рассмотрим примеры АРМ различного профиля.

В АРМ врача-терапевта в системе «ТАИС» предусмотрен учет особенностей осуществления диагностического процесса в клинической практике.

Система включает три уровня автоматизации каждой функции врача:

- 1) обеспечение возможности ввода в компьютер и последующего хранения произвольной текстовой информации, касающейся диагностики и лечения больных;
- 2) информационная поддержка деятельности врача: обеспечение возможности ввода информации (включая принятые решения) посредством выбора из соответствующих БД;
- 3) интеллектуальная поддержка деятельности врача: руководство сбором информации и формирование рекомендаций в отношении диагностических или лечебных решений.

Оптимизация процесса сбора информации обеспечивается двумя различными механизмами: настройкой на определенный круг диагностических гипотез, ограничивающий поле исходных признаков в целом, и специальной организацией вопросника. Этот вопросник представляет собой динамически ветвящуюся в процессе диалога структуру. Наряду с безусловно задающимися вопросами в него включаются и такие, которые предлагаются только при определенных предшествующих ответах. Перечень диагностических гипотез в процессе работы системы автоматически

дополняется диагнозами, сходными по клинической картине с выбранными первоначально врачом.

Интеллектуализированное АРМ *детского реаниматолога* для поддержки синдромной диагностики и лечения неотложных состояний у детей, включающее специализированную БД, предусматривает:

- поддержку процесса диагностики в интерактивном режиме (на основе сценариев диалога с врачом-пользователем) при минимизации объема необходимой информации;
- осуществление диагностической процедуры в любом направлении: либо от признаков к диагнозу, либо от предполагаемого диагноза (при наличии у врача рабочей гипотезы о диагнозе) к признакам, идентифицирующим данный синдром или заболевание.

Временные связи позволяют как восстанавливать возможный анамнез болезни, так и прогнозировать состояние ребенка. В первом случае делается заключение о том, какие предшествующие синдромы могли послужить причиной развившегося состояния; во втором — об опасности появления осложнений, обусловленных имеющимся в данный момент синдромом. Это позволяет осуществлять выбор лечебных средств с учетом предсказанного осложнения и планировать упреждающие лечебные мероприятия. Ассоциативные связи позволяют учитывать:

- на фоне каких состояний мог развиваться данный синдром;
- фоном для каких синдромов он может служить;
- с какими синдромами он в принципе совместим, т.е. какие синдромы могут встречаться одновременно.

Автоматизированное рабочее место *врача-реаниматолога* может совмещать функции лечебно-диагностической и регистрирующей системы, включающей сеть аппаратно-программных прикроватных комплексов. На основе этого появляется возможность:

- оптимизации выбора пациентов, нуждающихся на текущий момент в постоянном/дискретном мониторинге определенных параметров;
- автоматического переключения системы с одного пациента на другого (последовательный опрос);
- совмещения процессов обработки функциональных данных и работы консультирующих систем;
- автоматического выбора пациента, нуждающегося на текущий момент в экстренной помощи, с активизацией на дисплее его данных, подачей звуковых/световых сигналов и выдачей корректирующих рекомендаций.

Для АРМ *врача в операционных* (рабочее место анестезиолога) и *последующего наблюдения в палатах интенсивной терапии* (рабочее место реаниматолога) важной частью является система сбора, хранения и представления мониторируемых непрерывно (ЭКГ, артериального давления и т.п.) и дискретно (неинвазивного артериального давления, сердечного выброса и т.п.) параметров, а также данных с устройств, например с автоматических капельниц (скорость, время подачи лекарств и т.п.), аппарата искусственного дыхания (газовый состав, объем вдыхаемой смеси и т.п.), аппарата искусственного кровообращения (расход крови, температура и т.п.).

Автоматизированное рабочее место *врача-хирурга* должно включать конструктор протоколов операций на основе типовых шаблонов в соответствии с профилем отделения, что ускоряет работу врача и предотвращает пропуск необходимых записей.

Автоматизированное рабочее место *врача-эндоскописта* обеспечивает привязку описания к технологии обследования и включает диагностические описания,

сопровожаемые видеозаписями наблюдаемой у больного картины и произведенных манипуляций.

Автоматизированное рабочее место *врача общей практики* (семейного врача) должно наряду с базой медицинских данных наблюдаемых пациентов содержать:

- краткий справочник по всем клиническим специальностям, включая жалобы, симптомы, методы исследования и тактику лечения распространенных заболеваний;
- справочно-консультативный блок по неотложным состояниям;
- базу данных лекарственных препаратов;
- модуль поддержки принятия лечебно-диагностических решений;
- модуль анализа результатов основных функциональных исследований;
- блок формирования направлений к врачам узкой специализации, на исследования, лечебные процедуры (физиотерапия и т.д.), выписку рецептов и справок;
- блок учета оказываемых пациентам медицинских услуг, формирования отчетных форм.

Это АРМ должно иметь связь со стационарным компьютерным комплексом в ЛПУ.

Функциями АРМ *невролога-электрофизиолога* (на примере ЭЭГ-диагностики) являются:

- преобразование биологических сигналов из аналоговой формы в цифровую (при использовании аналоговой аппаратуры);
- запись калибровочного сигнала;
- запись ЭЭГ (фон, фото- или фоностимуляция, гипервентиляция);
- просмотр записи ЭЭГ;
- описание и анализ характеристик ЭЭГ;
- отбор среди множества нозологических форм, содержащихся в БД, наиболее близких к совокупности признаков обследуемого пациента;
- формирование заключения (с использованием электронного атласа энцефалограмм, включающего возрастные и нозологические особенности ЭЭГ);
- архивация файлов ЭЭГ.

Автоматизированное рабочее место *клинического фармаколога* поддерживает следующие функции:

- ведение фармакологического справочника;
- ведение стандартных схем лечения;
- анализ взаимодействия лекарственных средств;
- анализ и профилактика побочных эффектов лекарственных веществ;
- разработка индивидуальных схем лечения;
- формирование, анализ и корректировка назначений с учетом подбора оптимальных для конкретного больного препаратов среди медикаментов-аналогов.

Автоматизированное рабочее место *врача-реабилитолога* предполагает наличие методик расчета реабилитационного потенциала конкретного пациента. Простой реабилитационный потенциал — это разница между текущей степенью тяжести и потенциально достижимой (более низкой). Интегральный реабилитационный потенциал определяется на основе причинно-следственного дерева связей различных патологических проявлений. При низкой эффективности интегрального реабилитационного потенциала в системе должно быть предусмотрено выявление причин, помешавших достижению предполагаемого уровня адаптации.

Информационное обеспечение АРМ и алгоритмы принятия решений должны учитывать индивидуальную программу реабилитации пациента.

Телемедицинские АРМ подразделяются следующим образом:

- АРМ координатора телемедицинского центра — поддерживает определенный регламент проведения дистанционных консультаций (передача и прием заявок на телеконсультации, направление/перенаправление медицинских карт и их фрагментов с необходимыми медицинскими приложениями (результаты исследований,

фотографии, видеозаписи, аудиозаписи), обмен вопросами и ответами, контроль финансовых расчетов и т.д.);

- АРМ врача-телеконсультанта — включает обмен сообщениями (с прикрепленными к ним медицинскими документами), вопросами, заключениями, необходимые преобразования исходных медицинских изображений, совместную с лечащим врачом и другими консультантами работу с изображениями на дисплее и др.;

- АРМ консультирующегося врача обеспечивает подготовку медицинских данных для телеконсультации, направление/перенаправление медицинских карт и их фрагментов с необходимыми медицинскими приложениями, обмен вопросами и ответами, совместную с консультантами работу с изображениями на дисплее и др.

Телемедицинские АРМ консультирующих и консультируемых врачей могут входить в состав региональной, корпоративной или внутрибольничной телемедицинской сети. При этом обеспечивается как поддержка работы с пересылаемыми медицинскими изображениями до и во время телеконсультаций, так и контроль различных аспектов дистанционного обмена электронными документами и своевременности выполнения заявок.

Автоматизированное рабочее место *руководителя ЛПУ* предполагает доступ к электронным записям о пациентах, статистической, финансовой и хозяйственной информации, а также предоставляет современные средства обмена данными.

Автоматизированное рабочее место *главного специалиста той или иной службы региона* позволяет анализировать деятельность службы в целом и ее структурных подразделений в разрезе районов и городов территории.

Автоматизированное рабочее место *организатора здравоохранения* должно обеспечивать поддержку текущих и перспективных решений, включая прогнозирование уровня заболеваемости населения в разных ситуациях и при различном уровне экологического загрязнения района проживания, экономические аспекты деятельности.

8.5. Автоматизированные рабочие места и современные информационно-компьютерные технологии

При использовании двух или более ПК можно организовать распределенную БД на сети ПК или единую БД на сервере. В этом случае АРМ будет не физическим, а функциональным понятием. Такой подход близок к включению АРМ в состав ИС. По мнению Г. А. Хая (2001) для клинициста его АРМ становится информационное пространство больницы в рамках локальной компьютерной сети.

Автоматизированные рабочие места, включаемые в состав информационных систем ЛПУ (чаще всего электронных историй болезни) и ИС органов управления здравоохранением, обеспечивают выполнение разнообразных задач по поддержке принятия решений медицинскими работниками. Их информационная модель соответствующим образом корректируется с учетом особенностей построения ИС, в составе которой они функционируют.

Иерархия зависимых данных приводит к тому, что информация в АРМ тесно связана с данными в ИМС. Это позволяет осуществлять на нижнем уровне системы ввод и первичную обработку данных о пациенте (в том числе, при необходимости, в автономном режиме работы) и выдачу на этот уровень решений, результатов исследований и листов назначений (для медицинских сестер). На верхних уровнях на основе всей информации, накапливаемой в БД, осуществляются углубленный анализ и принятие решений. Данные передаются на верхние уровни ИС в режиме реального времени или по мере необходимости.

Автоматизированные рабочие места, интегрированные в ИМС, могут быть реализованы в системах разного типа и уровня.

Контрольные вопросы

1. Что собой представляет АРМ медицинского работника?
2. В чем заключаются особенности интеллектуального АРМ?
3. Назовите основные функции АРМ врача.
4. По каким принципам классифицируются медицинские АРМ?
5. Что означает понятие «типовое АРМ»?
6. Дайте характеристику специализированным АРМ.
7. Каковы функции АРМ клинического фармаколога?
8. Что собой представляет АРМ как функциональное понятие?
9. В чем заключаются задачи АРМ на разных уровнях ИМС?

Глава 9

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

9.1. Построение и основные функции информационно-технологических систем
Информационно-технологические системы (ИТС) — это системы поддержки медико-технологических процессов и электронного документооборота в процессе деятельности медицинских работников.

К ИТС относятся:

- 1) системы диспансерного наблюдения;
- 2) электронные истории болезни;
- 3) ИС отделений медицинских учреждений;
- 4) специализированные ИС (регистры).

Такие системы строятся по модульному принципу на основе объединения автономных или связанных подсистем, функции которых покрывают решение круга близких задач. В их состав могут быть интегрированы как программно-аппаратные комплексы, так и АРМ медицинских работников (см. гл. 7, 8). Результаты обработки информации со всех подсистем поступают в общую БД, что обеспечивает получение интегральной картины состояния пациентов.

База данных является ядром структурной схемы ИТС. Наряду с центральной БД в ИТС могут функционировать БД каждой из подсистем, обеспечивающие хранение текущей информации до передачи ее в центральную БД или параллельное хранение данных по наблюдаемому контингенту больных или отдельным видам исследований. Централизованное хранилище всей информации включает как постоянно обновляемые, так и архивные данные.

Среди множества функций ИТС основными являются:

- поддержка процесса наблюдения и лечения;
- ведение медицинской документации, включая формирование новых документов с использованием логических решателей;
- формирование групп пациентов, требующих повышенного внимания на основе оценки отклонений в состоянии здоровья;
- контроль за изменениями в состоянии здоровья под влиянием факторов окружающей среды;
- поддержка принятия организационных решений.

Таким образом, по функциям ИТС занимают промежуточное положение между медицинскими технологическими системами, нацеленными на поддержку деятельности врачей (клиницистов, функционалистов, лаборантов, гигиенистов, фармакологов) и среднего медицинского персонала, и автоматизированными ИС ЛПУ, предназначенными главным образом для оптимизации информационных потоков в ЛПУ и автоматизации основных видов деятельности учреждения.

9.2. Поддержка процесса обследования и лечения в информационно-технологических системах

Информационная поддержка действий медицинского персонала возможностями ИТС в процессе обследования и лечения пациентов включает:

- ведение медицинских карт пациентов лечащими врачами и врачами-специалистами;
- оформление больных при госпитализации в стационар (с использованием различных классификаторов);
- ведение дневниковых записей (для каждого вида патологии свои проблемно-ориентированные «вкладыши»-шаблоны) с использованием многочисленных внутренних классификаторов, открытых для пополнения пользователями, имеющими к ним доступ;
- формирование этапного, переводного, заключительного (или посмертного) эпикризов и выписки с их последующим редактированием врачами;
- предоставление справочной информации по исследованиям;
- автоматическое формирование направлений для проведения исследований на основе назначений, выбранных врачом;
- формирование заключений при лабораторных, функциональных, радиологических, эндоскопических исследованиях путем выбора значений из классификатора терминов или путем подключения внешних программ, обрабатывающих сигналы с приборов и автоматически формирующих заключения (с автоматическим ведением журналов учета);
- предоставление консультативно-справочной информации по медикаментам, включая автоматический контроль совместимости препаратов и противопоказаний с учетом отмеченных у больного заболеваний;
- выбор оптимального плана лечения;
- расчет дозировок лекарственных препаратов.

Все формализованные записи должны сопровождаться возможностью текстовых записей, дополняющих стандартизованные описания состояния больного, что позволяет врачу фиксировать особенности клинической картины у конкретного пациента и отражать собственное мнение о наблюдаемых проявлениях болезни.

При проведении опроса больного с помощью компьютерной программы необходимо предусматривать ответы на следующие вопросы: что? где? когда? при каких условиях?

Автоматизированные системы позволяют обращать внимание врача на актуальные моменты: отсутствие обязательной информации; назначенное, но еще не выполненное обследование; пропущенные сроки выполнения запланированных мероприятий. В момент постановки диагноза врачу может предлагаться дифференциальный ряд заболеваний и информация об их возможных осложнениях.

Одной из возможностей, предоставляемых ИТС, является поиск аналогов в массиве историй болезни на предмет оценки эффективности терапии, выбранной ранее для больных с аналогичными проявлениями заболевания. Это помогает избежать встречавшихся в прошлом ошибок при ее подборе, что особенно актуально для редких заболеваний.

9.3. Информационно-технологические системы диспансерного наблюдения

Автоматизированные системы диспансерных осмотров населения могут быть как самостоятельными (для поддержки первичной диспансеризации или массовых медицинских осмотров), так и являться составной частью диспансерных ИС, включающих вопросы общей профилактики, диспансеризации хронических больных и инвалидов. Типовая система должна поддерживать пять этапов работы с пациентами:

- 1) анкетирование пациентов (или их родителей) по специальному вопроснику с последующей обработкой полученной информации;
- 2) доврачебное обследование средним медицинским персоналом, в том числе с применением электронной медицинской аппаратуры — антропометрия, измерение артериального давления, определение остроты зрения и др. Первый и второй этапы могут быть объединены в рамках автоматизированного кабинета доврачебного приема. В случае выявления отклонений система непосредственно после проведенных измерений выдает указания о необходимости дополнительных функциональных исследований;
- 3) обследование терапевтом (педиатром) и врачами-специалистами с формированием медицинской документации, определение групп риска путем обработки формализованных данных медицинских карт;
- 4) дополнительное обследование (по показаниям);
- 5) информационная поддержка при проведении необходимого комплекса лечебно-оздоровительных мероприятий (использование компьютерных систем определяется характером медицинских мероприятий).

Первая автоматизированная система диспансеризации детского населения «ДИДЕНАС» (начало 1980-х гг.), созданная в Московском НИИ педиатрии и детской хирургии по инициативе Ю. Е. Вельтищева, включала три подсистемы:

- контроля массовых профилактических осмотров;
- формирования групп риска и выявления детей с пограничными состояниями и ранними проявлениями заболеваний;
- контроля диспансеризации пациентов с хроническими заболеваниями и состояниями, требующими длительного наблюдения.

Вся информация о детях обслуживаемого системой региона интегрировалась в единой БД. Информационной основой для этого служила унифицированная и формализованная медицинская документация — дородовые и первичные врачебный и сестринский патронажи, этапные эпикризы учетной формы «История развития ребенка». Переносу в формализованный бланк подлежала только информация об отклонениях от нормы, что значительно уменьшало объем работы медицинской сестры. Благодаря этому в БД накапливалась информация о семейном анамнезе (заболеваниях, профессиональных вредностях и т.д.), течении беременности и родов, раннем постнатальном и последующем росте и развитии ребенка. Таким образом, эпикризы обеспечивали формирование машинного аналога «Истории развития ребенка».

После каждого осмотра система формировала так называемый обобщенный эпикриз, суммирующий все сведения о ребенке. Наиболее важным аспектом в работе системы являлся дифференцированный подход к здоровым и больным детям, заключающийся в автоматическом формировании групп риска возникновения заболеваний, учитывающих степень угрозы и вероятный характер патологии.

Решающие правила логического вида учитывали как возрастную динамику вклада того или иного фактора в реализацию заболевания, так и интерференцию факторов, при которой может происходить скачкообразное возрастание их негативного влияния на здоровье ребенка. В зависимости от направленности изменений (степень, фаза,

течение, период) система делала вывод о динамике состояния при различной патологии.

Автоматизированная система профилактических осмотров детей «АСПОН-Д», представляющая собой медицинскую информационно-измерительную систему, была создана сотрудниками Санкт-Петербургской педиатрической медицинской академии) и Научно-исследовательского и конструкторско-технологического института биотехнических систем под руководством И. М. Воронцова на основе технологии скринирующей диагностики нарушений здоровья.

На первом этапе «АСПОН-Д» позволяет по 22 профилям патологии выделить пациентов с пограничными состояниями, нуждающихся в наблюдении участкового педиатра и в консультациях врачей-специалистов. Ее особенностью является возможность использовать «диагностические пороги», предложенные Е.В.Гублером, которые путем их «передвижки» на угрозомерической шкале позволяют формировать группы риска заданной численности. На втором этапе осуществляется выборочное специализированное обследование детей. Система обеспечивает формирование интегрального заключения о здоровье в рамках понятий скринирующей (донозологической) диагностики.

Система «АСПОН-Д» включает следующие подсистемы: паспортные данные и анамнез; анкета родителей; лабораторные исследования; антропометрия и функциональное обследование; программированный осмотр врачом-педиатром; комплексная оценка и принятие решения.

В настоящее время созданный на ее основе автоматизированный комплекс для диспансерных обследований детей и подростков «АКДО-ДИСПАН» обеспечивает:

- формирование настраиваемых списков детей с хроническими нарушениями здоровья по формам патологических отклонений;
- учет результатов дообследования ребенка (кардиоанализ, фонокардиография, спирография, ритмография, реография, велоэргометрия, электроэнцефалография и др.) с помощью аппаратно-программных подсистем комплекса и автоматическое определение групп здоровья;
- транспорт информации на другие уровни детского здравоохранения для отчетно-аналитических исследований.

Программно-аппаратный комплекс «АКДО-В» для автоматизации массового комплексного многопрофильного обследования с целью раннего выявления хронических заболеваний у людей в возрасте от 18 лет позволяет осуществлять диспансеризацию спец-контингентов (атомная, нефтегазовая, химическая, горнодобывающая промышленность, металлургия и пр.).

Автоматизированная система профилактических прививок позволяет осуществлять персональное планирование графика прививок с учетом отводов по медицинским показаниям: перенесенные инфекции, состояние здоровья на начало месяца, возраст, противопоказания к прививкам, реакции организма на предыдущие прививки, результаты выполненных прививок и проб, действующие схемы прививок, эпидемиологическая обстановка в районе обслуживания и другие факторы. Одновременно система обеспечивает автоматическое формирование прививочного

журнала, что освобождает персонал от двойных записей. Данная система может быть реализована как АРМ медицинской сестры прививочного кабинета (см. гл. 8).

9.4. Электронная история болезни

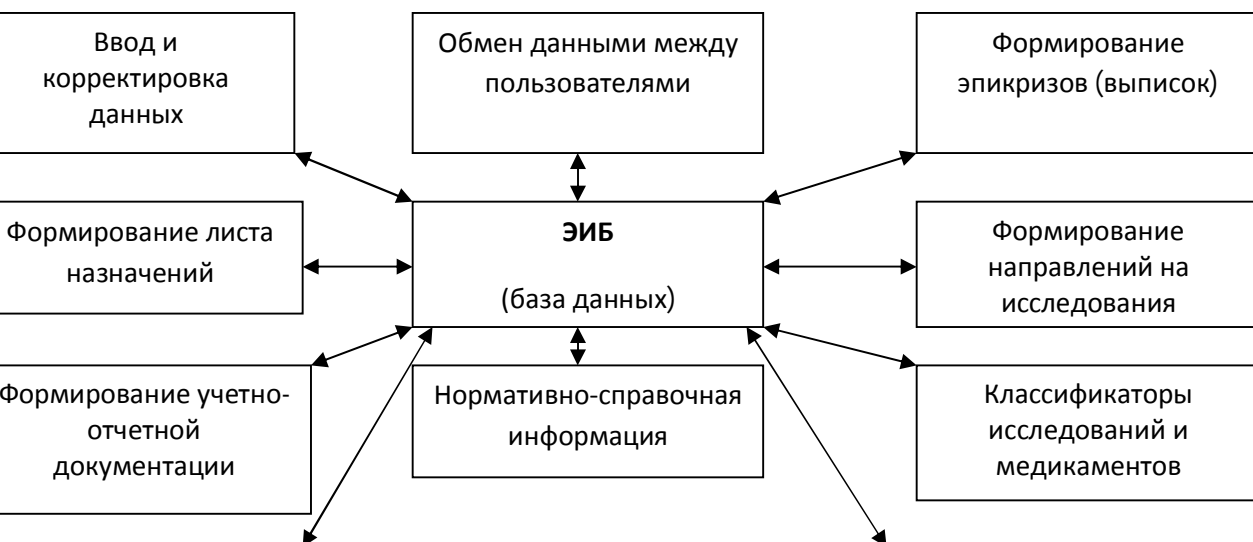
Электронная история болезни (ЭИБ) — это информационная система, обеспечивающая автоматизацию ведения и формирования медицинской документации, оперативный обмен между участниками ЛДП и поддержку их деятельности.

Концептуальная основа компьютеризированной или электронной истории болезни заключается в следующих принципах:

- 1) единство информации о пациенте, предполагающее однократный ввод данных в систему;
- 2) доступность информации о больных для просмотра всеми участниками ЛДП в любой момент времени в любом месте (с учетом ограничений по принципам конфиденциальности на основе санкционированных прав доступа) при одновременной защищенности от внесения изменений (см. гл. 5);
- 3) единые классификаторы (периодически обновляемые);
- 4) автоматическое вычисление производных показателей (длительность госпитализации, количество дней до и после операции, опасность инфекционных осложнений, наличие шока, необходимый объем инфузионной терапии и др.) после введения первичной информации;
- 5) технологически функциональное включение СППР;
- 6) диспетчеризация (управление) в вопросах обследования пациентов.

Концепция ЭИБ определяет соответствующую технологию их построения, включающую следующие моменты:

- модульный принцип, обеспечивающий возможность наращивания и модификации системы без ее перестройки в целом, что избавляет пользователей от необходимости ее повторного освоения;
- создание компьютерной сети сложной топологии, т.е. включающей иерархию локальных сетей подразделений в многопрофильных больницах;
- включение ранее созданного прикладного математического обеспечения медицинского назначения для решения различных задач (например, расчет специальных диет);
- подключение АРМ и аппаратно-программных комплексов;
- открытые для пополнения врачами-пользователями классификаторы клинических записей (при условии модификации и пополнения общих классификаторов нормативно-справочной информации только администратором БД по указанию



Архивация историй
болезни

Поиск необходимых ИБ в
базе данных

Рис. 5. Функциональная схема электронной истории болезни

главного врача или его заместителя по лечебной работе);

- автоматическое формирование медицинских документов и заявок на исследования на основе ранее введенных данных;
- автоматическое направление результатов исследований и осмотров больных консультантами в соответствующие лечебные подразделения;
- автоматическое формирование листа назначений (для медицинской сестры) на основе врачебных записей;
- ведение листа назначений (отметок о выполнении) медицинской сестрой.

Ядром базы данных ЭИБ является «запись пациента», представляющая собой электронный аналог истории болезни.

Функции и общие принципы построения ЭИБ многопрофильного стационара едины для всех учреждений, в то время как ее структура и методы реализации определяются особенностями конкретной больницы и техническими возможностями (особенностями) построения (рис. 5).

Главной задачей ЭИБ является документирование ЛДП в сочетании с управлением этим процессом. В отличие от традиционной бумажной истории болезни ЭИБ предоставляет лечащим врачам и заведующим отделениями возможность просмотра записей и списков невыполненных предписаний (с перечнями причин). Она содержит полный список диагнозов, жалоб пациента и их возможных причин, что важно при назначении процедур и лечения.

Электронная история болезни — это не столько автоматизация ведения медицинских записей, сколько новая технология, освобождающая медицинский персонал от значительной части действий, не требующих осмысления, и обеспечивающая предоставление первично обработанной информации, а также создание новых условий для взаимодействия различных подразделений ЛПУ.

9.5. Информационно-технологические системы отделений лечебных учреждений

Среди разработанных и внедряющихся в настоящее время ИС лечебных отделений наиболее полнофункциональными являются системы отделений реанимации и интенсивной терапии. Это объясняется рядом причин, в числе которых нужно назвать необходимость поддержки оперативного принятия решений врачами-реаниматологами и сложившиеся условия для внедрения и использования ИТС — широкое применение МКС, высокотехнологичной компьютеризированной аппаратуры. Персоналу отделения реанимации и интенсивной терапии нет необходимости объяснять, что каждый участник ЛДП должен иметь своевременный доступ к информации о больном.

С развитием сетевых технологий данные, получаемые с помощью МКС, стали храниться в так называемых центральных станциях — компьютерах, собирающих информацию с нескольких прикроватных систем и представляющих ее на дисплее. Так были созданы первые БД отделений реанимации и интенсивной терапии.

Информация, получаемая в процессе мониторинга, наряду с другими количественными данными пациентов этих отделений использовалась клиницистами и исследователями в вычислительных и экспертных системах для объективизации оценки состояния отдельных физиологических систем больного и тяжести его состояния в целом.

Информационно-технологическая система отделений реанимации и интенсивной терапии нацелена на оптимизацию широкого круга задач. Она должна

минимизировать нагрузку на медицинский персонал в отношении рутинных операций, чтобы максимально высвободить время непосредственно на процесс лечения больных.

Важной задачей является обеспечение интеллектуальной поддержки врача при принятии решений. Организация потоков информации и ее структурирование обеспечивает получение подробных отчетов о состоянии дел в отделении, помогает отслеживать динамику количественных показателей, дает возможность сепарирования данных для клиничко-научного анализа. Наконец, ИТС отделений реанимации и интенсивной терапии может обеспечивать расчет фактической стоимости лечения пациентов.

Одной из первых систем, разработанных в России для таких отделений, была «Информационная система отделения реанимации», созданная на базе московской больницы им. С.П.Боткина.

Современная информационная система для отделений реанимации и интенсивной терапии «ИНТЕРИС», реализованная в Российском государственном медицинском университете, представляет собой программно-аппаратный комплекс, который включает медицинскую аппаратуру, специализированное и стандартное программное обеспечение, объединенные в локальную сеть ПК. С «ИНТЕРИС» работают все сотрудники отделения: заведующий, врачи, медицинские сестры. Предусмотрено АРМ в экспресс-лаборатории. Встроенная система идентификации пользователя определяет права доступа к ресурсам системы (см. подразд. 9.7).

Система облегчает рутинную деятельность врача. В режиме «Лист назначений» предусмотрено как последовательное создание назначений, так и два способа их пакетного формирования. Для решения проблемы создания медицинских текстовых документов в «ИНТЕРИС» реализован специальный конструктор, позволяющий автоматически генерировать согласованный текст на основе выбранных признаков.

Конструктор не только ускоряет формирование медицинских документов, но и дисциплинирует врача, предлагая соблюдать принятую последовательность записей. При этом предусмотрено несколько уровней детализации: от самого полного до минимального. Любой документ в системе обязательно включает дату и время его создания, а также фамилию автора.

В этой системе реализованы разные способы ввода количественной информации в БД: автоматический (с мониторов и лабораторных анализаторов), пакетный, ручной.

Поддержка принятия врачебных решений — одна из важнейших функций ИТС отделений — реализована в «ИНТЕРИС» в аналитических модулях АРМ врача-реаниматолога. Эти модули обеспечивают помощь врачу при оценке состояния основных физиологических систем организма, определении неврологических нарушений (шкала Глазго), оценке тяжести острого нарушения мозгового кровообращения (шкала *NIHSS*), прогнозировании исхода заболевания (*APACHE II* и *SAPS II*).

В системе предусмотрена генерация различных отчетов. Она предоставляет возможность учета средств, затраченных на лечение пациента: базовой стоимости пребывания больного в отделении, стоимости использованных медикаментов, немедикаментозных воздействий и исследований.

Система «ИНТЕРИС» может функционировать на базе отделения реанимации и интенсивной терапии ЛПУ как в автономном режиме, так и во взаимодействии с больничной ИС.

Информационная медицинская система «МЕДИНФОС-2», разработанная для отделения реанимации и интенсивной терапии в Ростовском НИИ акушерства и педиатрии, обеспечивает:

- ввод информации о состоянии пациента и выполненных назначениях, измерениях, манипуляциях, клинических исследованиях;

- контроль выполнения средним медицинским персоналом назначений, измерений, клинических исследований с использованием звукового и визуального оповещения;
- сбор и регистрацию графической, аудио- и видеоинформации, поступающей от медицинского диагностического оборудования;
- мониторинг в режиме реального времени физиологических параметров состояния больного;
- поиск, выборку и статистическую обработку текстовой и графической информации из компьютерных историй болезни пациентов по разным критериям с использованием формализованного описания медицинских терминов и понятий.

Разработка ИТС для клинических и функционально-лабораторных отделений является важной и перспективной задачей. Их внедрение в практику сделает реальностью поддержку участников ЛДП на всех этапах оказания медицинской помощи больному и при ведении медицинской документации.

9.6. Регистры (специализированные информационно-технологические системы)

Регистры (специализированные ИТС) служб и направлений медицины — это системы поддержки электронного документооборота персональных данных в проблемно-ориентированных областях медицинской деятельности, включающие аналитические и управленческие функции.

Регистр обеспечивает ведение БД, обработку и анализ информации о больных по профилю выбранной патологии или характеру нарушений. Термин «регистр» исторически ведет свое начало от рекомендованного ВОЗ в 1970 г. названия медико-генетического регистра для больных с наследственными заболеваниями.

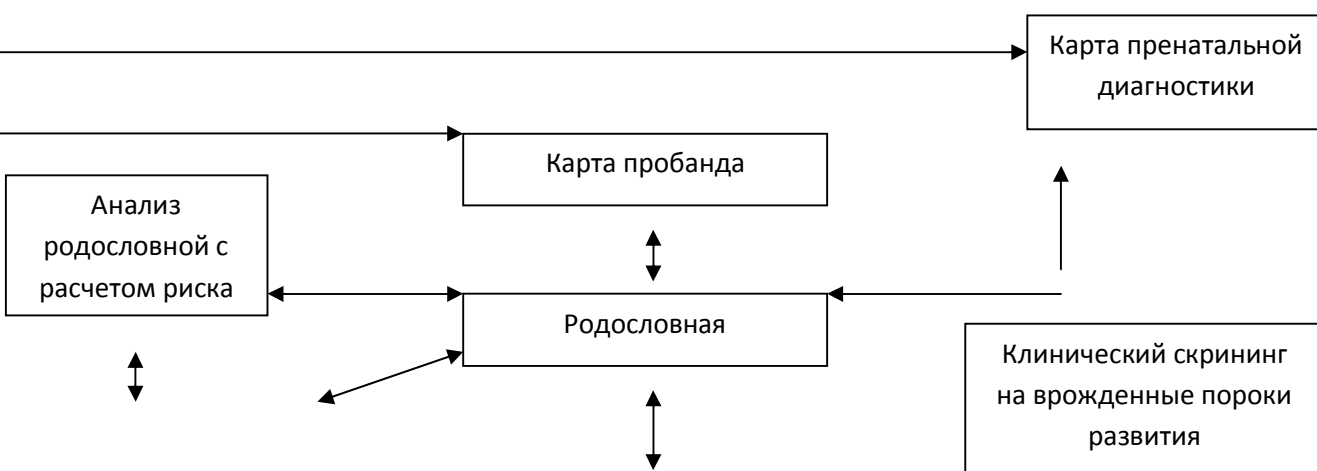
В настоящее время функционируют многочисленные федеральные и территориальные регистры по наследственным болезням, врожденным порокам развития, онкологии, психиатрии, сахарному диабету, туберкулезу и др. (см. гл. 11, 12).

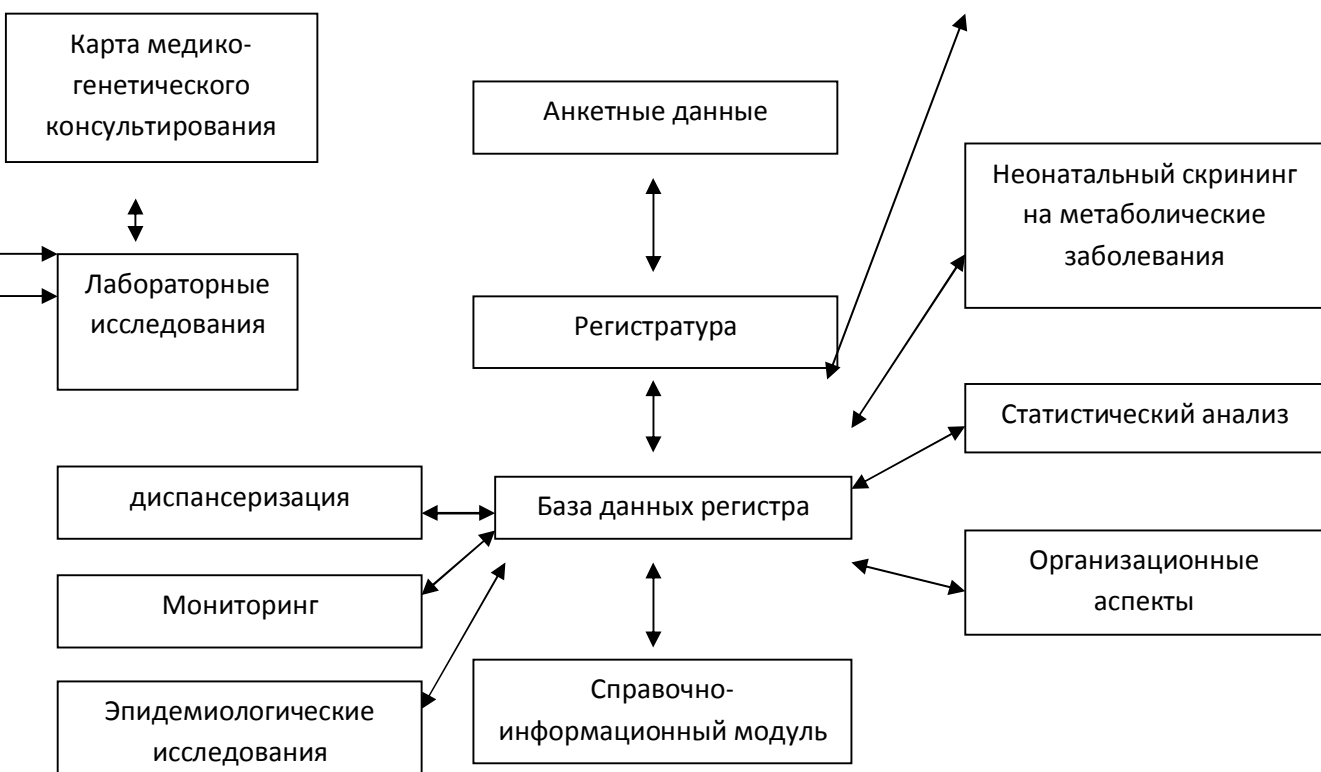
Существуют также регистры патологии новорожденных, экологически зависимых заболеваний, инвалидов и др.

Документальной основой информационной структуры регистров являются официально утвержденные и модифицированные учетные и отчетные формы. Регистры предполагают полицейский учет с ведением электронных медицинских карт и решают прежде всего задачу персонифицированного слежения за пациентами.

В современном проекте федерального медико-генетического регистра (разработка Московского НИИ педиатрии и детской хирургии, руководитель — Б. А. Кобринский) предусмотрено объединение всех аспектов деятельности медико-генетической службы: клинических, эпидемиологических, профилактических, статистических, методических и организационных (рис. 6).

Структурные блоки





Функциональные блоки

Рис. 6. Концептуальная схема генетического регистра

Генетический регистр позволяет:

- 1) обеспечивать информационную поддержку врачей-генетиков медико-генетических консультаций и центров при генетическом консультировании и диспансерной работе с семьями с наследственной патологией и врожденными пороками развития;
- 2) унифицировать медицинскую документацию для учреждений всех уровней, занимающихся оказанием помощи семьям с наследственными заболеваниями;
- 3) обеспечить единство кодирования диагнозов моногенных и хромосомных заболеваний, соответствие диагнозов требованиям ВОЗ и совместимость с аналогичными зарубежными системами на основе использования МКБ и кодов менделирующих наследственных заболеваний по каталогу В.Маккьюсика;
- 4) совершенствовать ведение медицинской документации на семьи с наследственной и врожденной патологией (включая лабораторные и функциональные данные);
- 5) формировать статистические отчетные формы для федерального и регионального уровней в соответствии с требованиями ВОЗ;
- 6) обеспечивать информационную поддержку руководителей разного уровня при анализе состояния помощи семьям с генетически обусловленной патологией в России и отдельных ее регионах;
- 7) анализировать изменения в уровне и структуре наследственных и врожденных заболеваний и пороков развития, сопоставляя их с уровнем и особенностями характера факторов загрязнения окружающей природной среды.

Генеалогические данные семьи представляются на дисплее в традиционной графической форме и сопровождаются примечаниями (анкетные данные и сведения о заболеваниях). В таком виде родословная позволяет наглядно и в привычном для врачей образе представить отношения родства и общую картину наследственной патологии у близких и дальних родственников. В процессе работы с родословной врач (пользователь регистра) имеет возможность получить информацию о наличии медицинских карт по данной семье, а затем просмотреть и откорректировать (при наличии прав доступа) карту любого члена родословной.

Использование единой медицинской карты обеспечивает возможность:

- сохранения полной преемственности в ведении диспансерной работы на основе унифицированного, стандартного для всех медико-генетических консультаций документа;
- автоматического формирования выписки;
- автоматического формирования отчетных статистических форм и оперативного получения информации в запросном режиме за интересующий период времени;
- группировки данных по различным критериям для анализа ситуации (динамики) в отношении наследственных и врожденных заболеваний и пороков по административным территориям и в целом по Российской Федерации.

Встроенные в регистр СППР обеспечивают помощь врачу в решении вопросов клинической, цитогенетической, молекулярно-генетической диагностики, выбора методов исследований, анализа наследственной передачи мутантных генов в семьях, расчета риска наследственной патологии для членов родословной.

Генетические регистры, как и канцер-регистры, подразделяются на два основных типа: госпитальные и популяционные. Рассмотрим это разделение на примере онкологического регистра.

Регистрация случаев, диагностированных и пролеченных в одном медицинском учреждении, — это первичная клиническая функция госпитального канцер-регистра. Госпитальный регистр включает детальные данные о каждом пациенте, являясь информационным ресурсом для мониторинга, а также базой для регистрации и анализа результатов клинических исследований и испытаний.

Популяционный канцер-регистр аккумулирует и классифицирует информацию обо всех случаях раковых заболеваний в массиве определенной популяции с учетом персональных параметров, касающихся пациентов, а также клинических и морфологических характеристик новообразований в порядке, позволяющем формировать статистику распространенности онкологических заболеваний.

Регистр позволяет получать информацию о заболеваемости и характеристиках отдельных видов злокачественных новообразований в различных группах изучаемой популяции, временных изменениях трендов заболеваемости, выживаемости, смертности. Сравнение уровней заболеваемости может быть совмещено с анализом по потенциальным факторам риска. Эти данные не только являются основным источником информации для исследований эпидемиологического характера, но используются при планировании и оценке эффективности мероприятий по профилактике рака, для оценки состояния системы медицинской помощи и социальной защиты при злокачественных новообразованиях. Такие регистры разработаны в Санкт-Петербургском НИИ онкологии им. Н. Н. Петрова и в Московском научно-исследовательском онкологическом институте им. П.А.Герцена.

Медико-экологическая система «ЭКОМЕД» дает возможность одновременно контролировать на изучаемой территории как медицинские показатели (состояние здоровья по выбранным нозологическим формам), так и уровень загрязнения окружающей среды. Всеобъемлющий анализ вредных воздействий не только практически невозможен, но и не требуется. Для выявления вреда здоровью и получения необходимых количественных оценок отдельных факторов и их комплексов достаточно осуществлять контроль за так называемыми «маркерными» заболеваниями, т.е. четко диагностируемыми болезнями, возникающими при превышении концентрации в окружающей среде определенных веществ. Выбор «маркерных» заболеваний и состояний является принципиально важным, так как позволяет преодолевать недоучет клинических проявлений, возникающий при попытке анализа по широкому кругу патологии.

Специализированная медико-экологическая ИТС обеспечивает решение следующих задач:

1) установление степени и характера влияния разных групп вредных веществ на здоровье людей — выявленное отсутствие устойчивой линейной формы связи при

наличии нелинейной указывает на то, что основной ущерб здоровью наносит совместное воздействие вредных веществ, присутствующих в атмосфере;

2) получение формулы интегрального показателя степени загрязнения воздуха по фактору состояния здоровья;

3) получение прогностических зависимостей, оценивающих изменение состояния здоровья населения при возможном изменении концентрации вредных веществ в воздухе.

Определенные трудности представляет учет вредных факторов среды в условиях ежедневной миграции работающего населения. Из этого вытекает важность и эффективность контроля по месту жительства за детьми раннего и дошкольного возраста, которые сравнительно мало мигрируют за пределами своего микрорайона или района. И главное, ввиду физиологических особенностей детей раннего возраста у них отмечается «химическая гиперчувствительность» даже к низким концентрациям ксенобиотиков.

Принципиально другим примером специализированной ИТС является автоматизированная информационно-управляющая система трансфузиологии «АИСТ», реализованная в московской службе крови. На каждом АРМ заносится информация, необходимая для функционирования всех звеньев технологической цепи. В системе реализован принцип однократного тиражирования БД единого донорского центра у удаленных пользователей. Актуальность БД у удаленного пользователя поддерживается механизмом ежесуточного адресного пополнения БД информацией из БД центра. Для идентификации контейнеров крови или ее компонентов используется метод штрих-кодирования. После проведения всех исследований как донора, так и его крови на АРМ «Выбраковка и этикетировка продукции» распечатывается этикетка с необходимыми данными, в том числе штрих-код.

Этикетированная продукция направляется в экспедицию, где подготавливается для выдачи в ЛПУ по поступившим в электронном виде заявкам. Компоненты, поступившие в ЛПУ, регистрируются на АРМ «Кабинет переливания крови» и передаются для использования. После трансфузии данные с этикетки заносятся в протокол трансфузии на АРМ «Кабинет переливания крови» и автоматически передаются в экспедицию службы переливания крови. Таким образом, автоматизирован весь процесс: от получения крови от донора, данные которого заносятся в систему, до ее переливания больному.

9.7. Права доступа к информации и конфиденциальность медицинских данных

К информации БД медицинских ИТС в силу своей деятельности имеют доступ многочисленные пользователи — от врачей (и даже медицинских сестер) до руководителей здравоохранения различного уровня. И это создает проблемы в отношении конфиденциальности персональных данных пациентов. Решение состоит в предоставлении каждому из обращающихся к ИТС соответствующих прав (уровней доступа) ко всей БД или отдельным ее разделам, т.е. прав на ознакомление с различными данными пациентов и осуществление различных действий. Этот подход носит название санкционированного многоуровневого доступа.

Полный доступ к данным конкретного больного имеют лечащий врач, заведующий отделением и другие медицинские руководители, по роду своей деятельности контактирующие с больными и(или) обладающие правами контроля деятельности лечащих врачей. Для врачей-специалистов, обеспечивающих консультативную помощь и проводящих исследования, могут быть введены определенные ограничения на просмотр информации о пациенте.

Решение вопроса защиты данных обеспечивается путем идентификации каждого из медицинских работников и проверки подлинности (т.е. аутентификации)

пользователей. Таким путем осуществляется ограничение доступа к данным с учетом должностных или функциональных обязанностей. Особенно жесткие требования предъявляются в отношении разрешения на коррекцию информации. Изменения в персональных данных после завершения дневной работы или запрещаются, или разрешаются при одновременном сохранении в БД сделанных ранее записей, которые могут быть доступны для просмотра при использовании определенного режима работы (механизм подотчетности, т.е. протоколирование действий). Так обеспечивается конфиденциальность, т.е. защита от несанкционированного получения информации, и целостность — защита от несанкционированного изменения информации.

Технически вопрос конфиденциальности и защиты данных обеспечивается использованием иерархической системы паролей, присваиваемых пользователям и определяющих их право на просмотр и(или) внесение новых записей. Пользователи оперируют данными, хранящимися в БД, в рамках выделенных им привилегий, которые определяют права их доступа к определенной информации.

Систему паролей можно представить следующим образом:

- 1) пароль на вход в ИМС;
- 2) пароли на определенные роли (права) пользователей (например, ввод, корректировку, просмотр персональных данных), в отношении которых проводится проверка ФИО с последующим подтверждением должности или временных функций (например, дежурный врач);
- 3) пароли на модули системы (например, на просмотр и(или) корректировку родословной).

Таковыми способами может быть реализован ограниченный доступ к медицинским БД, сочетающий проверку прав на определенные действия с проверкой прав на доступ к определенным разделам БД. Таким путем обеспечиваются конфиденциальность и защита данных пациентов при условии аутентификации и авторизации пользователей, в том числе и сотрудников вычислительных центров, обеспечивающих работу с ИТС.

Использование электронной цифровой подписи позволяет установить автора электронного документа и гарантировать неизменность его содержания. Это специфический «цифровой код», интегрированный с содержанием электронного документа и позволяющий идентифицировать его отправителя (автора), а также установить отсутствие искажений информации в электронном документе, поскольку в случае внесения в него изменений электронная цифровая подпись теряет силу.

В соответствии с Федеральным законом от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» электронное сообщение, подписанное электронной цифровой подписью или иным аналогом собственноручной подписи, признается электронным документом, равнозначным документу, подписанному собственноручной подписью. Применение электронной цифровой подписи в соответствии с требованиями Федеральных законов от 10 января 2002 г. № 1-ФЗ «Об электронной цифровой подписи» и «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» является одним из условий организации юридически значимого обмена электронными документами. В настоящее время в российском здравоохранении осуществляется внедрение цифровой подписи.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой информационно-технологическая система?
2. Опишите структуру информационно-технологических систем.
3. Назовите функции информационно-технологических систем.
4. Охарактеризуйте технологию построения ЭИБ.
5. В чем заключается концепция ЭИБ?

6. Как осуществляется поддержка действий медицинского персонала в ИТС?
7. На каких принципах основаны системы для диспансеризации?
8. Приведите пример информационно-технологической системы для интенсивного наблюдения и охарактеризуйте ее.
9. Для чего используются прогностические шкалы для отделений реанимации и интенсивной терапии?
10. Дайте определение понятию «регистр».
11. Чем отличаются популяционные регистры от всех остальных?
12. Что означает санкционированный доступ?
13. Приведите пример системы паролей для обеспечения конфиденциальности данных.
14. Что такое электронно-цифровая подпись?

Глава 10

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

10.1. Концепции разработки информационных систем лечебных учреждений

За рубежом внедрение АИС учрежденческого уровня достаточно давно считается совершенно необходимой и естественной составляющей деятельности здравоохранения. В развитых странах АИС ЛПУ разрабатываются, начиная с 1960-х гг., а с середины 1980-х гг. крупные ЛПУ на внедрение и эксплуатацию таких АИС тратят до трети своего бюджета, причем особое внимание уделяется решению управленческих задач.

В России в конце 1980-х—начале 1990-х гг. появились первые реальные разработки учрежденческих систем: в московских городских клинических больницах № 31 и им. С.П.Боткина, лечебно-оздоровительном объединении при Совете министров СССР, Центральном военно-медицинском госпитале им. Н.Н.Бурденко и др.

В первых концепциях разработки информационных систем ЛПУ подчеркивалось, что учрежденческая система создается как интегрированная совокупность средств для решения различных задач автоматизации деятельности ЛПУ:

1. сбора, хранения, обработки и выдачи пользователям всей информации о пациентах;
2. медико-технологических процессов в диагностике и лечении больных;
3. планирования, учета и анализа деятельности подразделений ЛПУ в целях оптимизации их работы.

Все концепции декларировали подход «вокруг пациента», однако реально отличались по выставляемым приоритетам и предлагаемому порядку решения задач.

Концепция разработки и внедрения АИС управления амбулаторно-поликлинической помощью предполагала последовательную реализацию в несколько этапов.

На первом этапе разработки учрежденческой системы предполагалось осуществить автоматизацию наиболее широко применяемых методов диагностики (ЭКГ, функции внешнего дыхания, лабораторных исследований). Планировалось разворачивание в ЛПУ (поликлинического типа) АС профилактических осмотров, а также одной на район (город) мощной системы консультативной вычислительной диагностики.

На втором этапе наиболее эффективной представлялась организация персонифицированной БД для ведения (в случае ЛПУ поликлинического типа) регистра прикрепленного контингента с паспортными, ограниченными медицинскими данными, оперативным учетом посещений, контролем за плановыми сроками обслуживания диспансеризуемых групп населения, анализом динамики показателей

здоровья населения в разрезе участков, профессиональных и половозрастных групп, а также создание и ведение персонифицированной БД медицинского персонала для учета движения медицинских кадров учреждения, анализа объема и качества деятельности участковых врачей и специалистов. На этом же этапе предусматривалась автоматизация планирования бюджета ЛПУ и его исполнения.

Третий этап планировался как надучрежденческий, с созданием банка данных на всех жителей района (города) на основе распределенной сети с внедрением персональных магнитных карт, находящихся на руках у пациентов.

Концепция информатизации лечебно-диагностических учреждений здравоохранения предполагала четырехуровневую иерархическую систему построения автоматизированных ИС поликлиники и больницы: первый (нижний) уровень — автоматизация диагностического обследования пациентов (переход к медико-технологическим системам); второй — АРМ; третий — автоматизированные лечебно-диагностические и управленческие системы для поддержки медико-технологических процессов структурно-функционального подразделения (отделения, лаборатории); четвертый (верхний) — объединяющий в единое целое все предыдущие, должен был быть представлен АИС ЛПУ.

В Концепции построения больничных ИС подчеркивалось, что центральным направлением информатизации должно являться создание и внедрение интегрированных систем. Среди основных решаемых задач назывались:

1) административно-управленческие (включающие учет обслуживания пациентов и кадров, материально-технических ценностей, медикаментов), финансовые задачи и задачи развития учреждения;

2) медицинские задачи обслуживания пациентов — ведение истории болезни — листа назначений, заявок на исследования, передачу результатов обследования из лабораторий и диагностических отделений, оформление заказов на медикаменты, планирование диетического питания, предоставление консультативно-справочной информации.

К медицинским задачам обслуживания пациентов относили и составление расписания работы персонала (диспетчеризацию). По современным представлениям эта задача относится к организационным.

Уже тогда подчеркивалась важность использования экспертных систем, но на базе развитых учрежденческих систем, в которых вывод экспертных заключений может опираться на имеющийся банк данных о пациентах. Наряду с подсистемами для решения чисто информационных задач важным считалось и создание технологических систем.

Перечень и описание концепций разработки АИС ЛПУ можно было бы продолжить, так как в каждой из них есть масса ценных мыслей. Таким образом, идеология разработки АИС ЛПУ была предложена достаточно давно. Однако так сложилось, что ни одна из предложенных концепций полностью реализована не была. Это объясняется целым рядом причин, которые уже обсуждались ранее.

В настоящее время ситуация с разработкой и внедрением АИС ЛПУ изменилась к лучшему. Есть примеры развивающихся систем, достаточно широко внедряемых, и крупных ЛПУ, которые имеют более чем десятилетний опыт развития на их базе таких ИС и не представляющих без них полноценного функционирования.

10.2. Функциональное назначение учрежденческих систем

Основной целью информатизации ЛПУ является повышение эффективности их деятельности: улучшение качества профилактического и лечебно-диагностического процессов, сокращение времени на их проведение за счет оптимизации затрат ресурсов, всесторонний анализ деятельности учреждения в целом и его структурных подразделений с выдачей информации для принятия оперативных и перспективных управленческих решений.

Автоматизированная информационная система предназначена для оптимизации информационных потоков и автоматизации основных видов деятельности ЛПУ. Автоматизированные информационные системы ЛПУ различают по типам учреждений: АИС «Стационар» («Больница») или «Госпитальная система»; АИС «Поликлиника»; АИС «Медсанчасть»; АИС «Диспансер»; АИС «Диагностический центр»; АИС «Скорая помощь». Однако в настоящее время часто на одной платформе (или в рамках единой технологии) успешно осуществляется разработка учрежденческих систем разных типов.

10.3. Общие принципы построения автоматизированных информационных систем ЛПУ

Автоматизированные информационные системы ЛПУ состоят из большого числа подсистем, которые можно объединить в три группы:

1. административные;
2. организационные;
3. медико-технологические.

Административные подсистемы предназначены для информатизации административно-управленческой и финансово-экономической деятельности ЛПУ. Они дают возможность осуществлять контроль за показателями деятельности ЛПУ в целом и его подразделений, за выполнением обязанностей медицинским персоналом, сроками лечения, финансово-экономическими показателями учреждения, вести учет ресурсов, расчеты со страховыми компаниями и т.д.

Автоматизированные рабочие места в структуре АИС многочисленны и разнообразны: главного врача, его заместителей, специалистов по кадрам, экономиста, бухгалтера, медицинского статистика. Существует также много прикладных программных средств для этих категорий персонала ЛПУ.

Организационные подсистемы предназначены для решения задач управления потоками информации: среди них — оптимизация учета и распределения всех видов ресурсов, включая диспетчеризацию пациентов. Организационные подсистемы — это важная часть АИС ЛПУ. Информация о посещениях поликлиник, движении пациентов, занятости коечного фонда в стационарах помогает оперативно и эффективно управлять важными аспектами деятельности ЛПУ. Однако ключевым аспектом при информатизации ЛПУ должен быть лечебно-оздоровительный процесс.

Наличие развитых *медико-технологических подсистем* декларируется разработчиками всех внедряемых АИС ЛПУ. В реальности ситуация сложнее. Действительно, в каком-то виде подсистемы, ориентированные на поддержку деятельности медицинского персонала, в учрежденческих системах присутствуют. Однако в подавляющем большинстве случаев они предоставляют медикам возможности ведения медицинской документации (далеко не всегда структурированной и соответствующим образом формализованной в соответствии с потребностями медицинских работников), в лучшем случае включают получение справочной информации (по медикаментам и др.), не обеспечивая поддержки собственно медицинской деятельности — процессов диагностики и лечения. Это объясняется целым рядом причин.

На рубеже XX — XXI вв. при формировании рынка АИС ЛПУ в России разработчикам этих систем представлялось, что решение административных и организационных проблем более приоритетно. По-видимому, это было связано с тем, что так обстояло дело в других отраслях, более известных разработчикам, в которых процесс информатизации начался раньше. Затем в течение нескольких лет было распространено мнение, что если уж фирма смогла решить проблемы автоматизации

ЛПУ, то создание медико-технологических модулей не представляет значительных трудностей.

В настоящее время пришло понимание того, что для полноценного решения медико-технологических задач необходимы знания предметной области. В то же время существуют коллективы и системы, в которых эти непростые задачи уже решены, и более эффективно было бы не разрабатывать такие подсистемы заново, а интегрироваться с уже имеющимися системами или коллективами. Это касается и отдельных процессов, и целых функциональных подсистем (лабораторной, радиологической и др.). Однако оказалось, что полноценная интеграция систем — крайне непростая задача, а использование стандартов, а также Международной систематизированной номенклатуры медицинских терминов (см. подразд. 5.3), обеспечивающей взаимодействие между ИС, в России находится в зачаточном состоянии. В ряде случаев проще совместно создать новую, включающую все элементы (клиническую, радиологическую подсистемы и др.), медико-технологическую подсистему, нежели полноценно интегрировать систему в АИС ЛПУ.

10.4. Уровни автоматизации современных лечебно-профилактических учреждений

В настоящее время по уровням автоматизации ЛПУ сильно разнятся. Можно говорить о трех уровнях автоматизации.

Первый уровень автоматизации ЛПУ — это использование в учреждении в соответствии с законом об ОМС системы учета. Страховая медицинская организация устанавливает в ЛПУ программное обеспечение:

- для формирования и ведения регистра прикрепленного населения (в учреждении поликлинического типа), ведения регистра пролеченных больных (в стационаре) и т.п.;
- учета услуг, оказанных в медицинском учреждении.

В конце каждого месяца формируется счет-фактура и передается в страховую медицинскую организацию и(или) территориальный фонд ОМС для осуществления взаиморасчетов.

Основным документом для учета услуг, оказанных в стационаре, является статистическая карта выбывшего из стационара, в поликлинике — единый талон амбулаторного пациента. Эти же документы являются основными источниками информации для формирования годовых отчетов ЛПУ по стандартным формам государственного статистического наблюдения. Страховые медицинские организации специально для руководителей ЛПУ создают программные средства по формированию стандартных статистических отчетных форм. Информация, содержащаяся в этих формах, может использоваться для задач управления ЛПУ и получения сгенерированных отчетов с необходимой частотой: месяц, квартал и т.д.

О *втором уровне автоматизации ЛПУ* говорят в тех случаях, когда в учреждении используется ИС, поддерживающая функции всего управленческого аппарата ЛПУ: главного врача, заместителей главного врача по лечебной, клинико-экспертной, экономической, административно-хозяйственной и другой работе, медицинских статистиков, работников бухгалтерии и отдела кадров (рис. 7). Кроме информации, используемой при первом уровне автоматизации, входными данными такой системы являются сведения отдела кадров и бухгалтерии. Все подразделения блока управления ЛПУ оснащены компьютерами, связанными между собой и с компьютерами приемного отделения в локальную вычислительную сеть.

Второй уровень автоматизации ЛПУ подразумевает реализацию подсистемы «Приемное отделение» или «Регистратура». Таким образом, кроме взаиморасчетов со

страховыми медицинскими организациями администрация учреждения получает поддержку от ИС при анализе движения пациентов в ЛПУ, составлении списков пациентов по лечебно-профилактическим отделениям для вспомогательных подразделений ЛПУ (например, пищеблока, прачечной), расчете показателей коечного фонда.

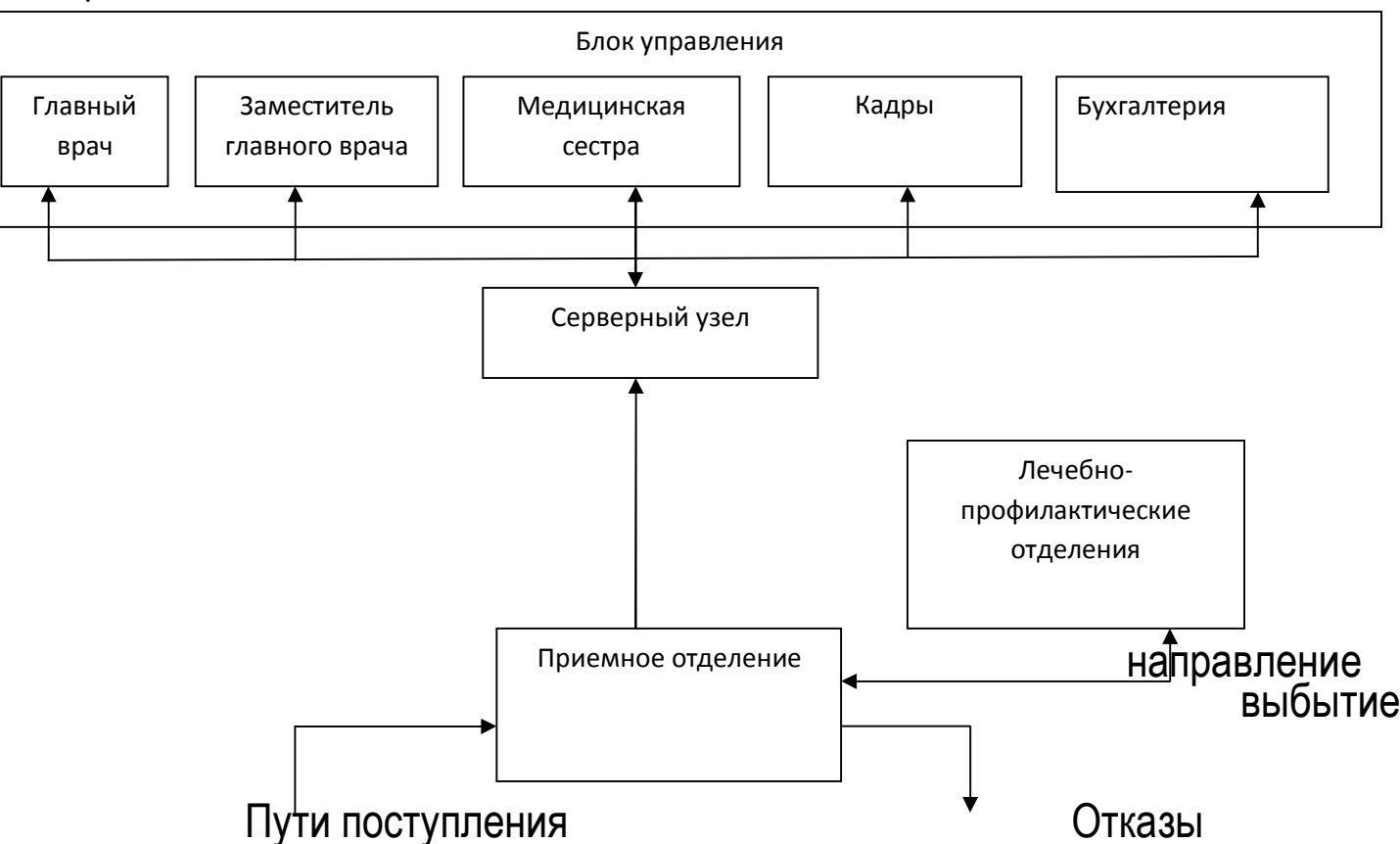


Рис. 7. Второй уровень автоматизации ЛПУ (на примере стационара)

Третий уровень автоматизации — это разработка и(или) внедрение в ЛПУ полноценной учрежденческой интегрированной ИМС (рис. 8).

При внедрении АИС организуется единая сеть учреждения. Вся информация хранится на серверном узле автоматизированной информационной системы ЛПУ.

Основным документом, через который осуществляется обмен информацией между медицинским персоналом, является ЭИБ или электронная медицинская карта амбулаторного пациента (см. подразд. 9.4). Заполнение ЭИБ начинается в приемном отделении, далее ее ведет лечащий врач, записи в нее вносят медицинские работники диагностических отделений, лабораторий, врачи-консультанты. Из ЭИБ информацию получают сотрудники блока управления, а также работники аптеки, пищеблока и т.д.

Доступ к информации, находящейся в истории болезни, строго регламентируется. Главный врач имеет доступ ко всем историям болезни учреждения, заведующий отделением — только отделения, лечащий врач — к историям болезни

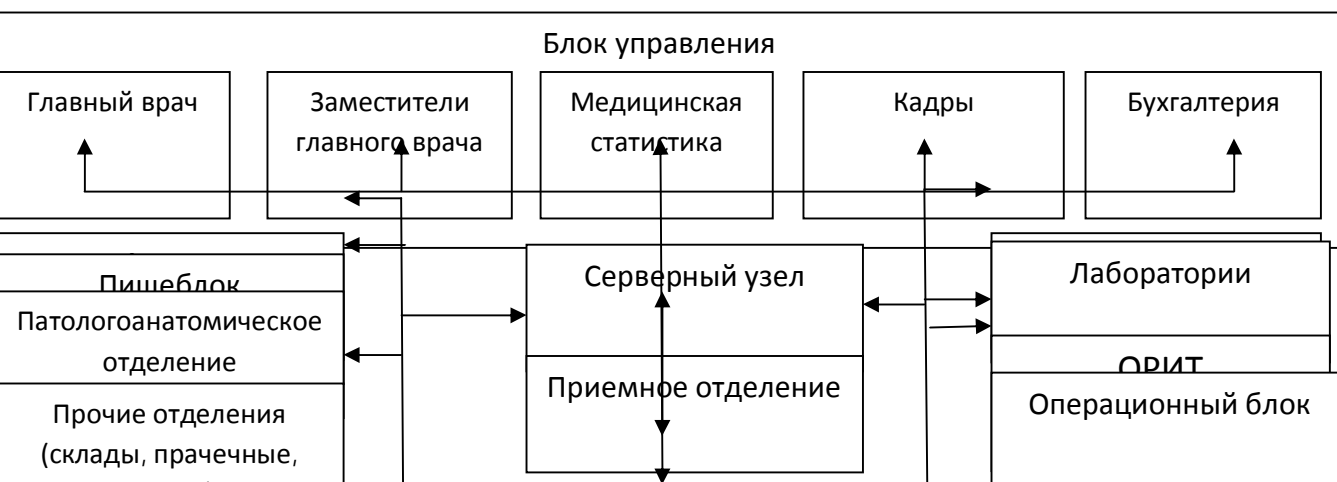




Рис. 8. Третий уровень автоматизации ЛПУ (на примере стационара)

своих пациентов, дежурный врач — к историям болезни пациентов, прикрепленных на время дежурства, и т.д. Для регламентирования доступа к информации используются специальные средства (см. подразд. 9.7).

Интегрированная информационная медицинская система ЛПУ поддерживает деятельность сотрудников всех подразделений, оптимизируя ее. Однако определенные трудности построения таких систем связаны с отсутствием общепринятых критериев оценки качества деятельности ЛПУ. Тем не менее большинство специалистов сходится во мнении, что необходимо оценивать три группы показателей: технологические, ресурсные и результирующие. Самым распространенным способом оценки технологических и ресурсных показателей является сравнение со стандартами (например, на оказание медицинских услуг). Одним из перспективных подходов к оценке результатов лечения (в стационаре) является подход, суть которого сводится к формулированию цели госпитализации при поступлении и ожидаемого результата лечения при постановке клинического диагноза с последующей балльной оценкой степени достижения результата на момент убытия из ЛПУ.

10.5. Технологические решения

В настоящее время в крупных медицинских учреждениях России успешно внедряются несколько десятков различных АИС ЛПУ, разработанных с использованием разных технологических решений. Рассмотрим некоторые из них в хронологической последовательности.

Научно-промышленная компания «АИТ-холдинг» работает в области медицинской информатики с 1991 г. Разработка базовой части системы, получившей название «ЭВЕРЕСТ», была осуществлена в 1993 г. и внедрена в госпитале ветеранов войн № 3 г. Москвы. Система обеспечивает информационную поддержку деятельности служб и подразделений госпиталя. Локальная вычислительная сеть включает более 350 рабочих станций — IBM-совместимых ПК. Число сотрудников госпиталя, использующих ресурсы ИМС при выполнении своих повседневных обязанностей, составляет около 900 чел.

Использование технологии построения системы на основе терминального сервера позволяет снизить затраты на обслуживание. На всех рабочих местах применяется унифицированный набор приложений, установленных на терминальном сервере, что значительно облегчает управление программным обеспечением, поскольку исключает необходимость локального администрирования и гарантирует высокую степень защищенности данных.

В настоящее время ИМС, созданные или создаваемые на базе «ЭВЕРЕСТ» (система «ОСНОВА» для начальной автоматизации и собственно «ЭВЕРЕСТ»), внедряются: в г. Протвино («ОСНОВА-МО») и г. Дубна («ЭВЕРЕСТ-МО»).

Информационная медицинская система «АМУЛЕТ Поликлиника» предназначена для крупных и средних ЛПУ амбулаторного типа, работающих по программам обязательного и добровольного медицинского страхования, а также оказывающих платные услуги. Система разработана компанией «ЦентрИнвест Софт» в 1993 г.

Информационная медицинская система «АМУЛЕТ» внедрена в муниципальных ЛПУ, медицинских санитарных частях, других учреждениях. Например, в медсанчасти № 7 Государственного космического научно-производственного центра им. В.М. Хруничева в 1999 г. АИС «АМУЛЕТ» была внедрена на 100 рабочих местах. В 2002 г. был завершён второй этап данного проекта. Его результатом стала автоматизация работы лаборатории и кабинета функциональной диагностики. В 2005 г. был завершён третий этап проекта, в результате чего (по информации разработчика) были автоматизированы все отделения ЛПУ, проведено обновление системы.

С 1994 г. Институтом программных систем РАН (Исследовательским центром медицинской информатики) развивается технология построения ИМС, получившая название «ИНТЕРИН». В её состав входит комплекс инструментальных средств, технологических решений и методик разработки интегрированных информационных систем ЛПУ. В качестве сервера БД используется *Oracle Server*.

Первой системой, разработанной в рамках технологии, стала в 1997 г. автоматизированная система управления ЛДП Медицинского центра Банка России. Система находится в промышленной эксплуатации при сопровождении разработчика. С 1999 г. технология используется при разработке АИС, получившей название «КОТЕМ», для клинической больницы № 83 Федерального медико-биологического агентства. Система эксплуатируется с 2001 г.

В 2004 г. выпущен типовой вариант системы под названием «ИНТЕРИН *Promis*», в котором был обобщён опыт предшествующих разработок. Он представляет собой интегрированную информационную и функциональную среду, объединяющую элементы различных систем. Такая система поддерживает деятельность всех служб медицинского учреждения: от документооборота и финансового учёта до ведения клинических записей о пациенте.

Разработчики пришли к выводу, что интегрированные ИМС должны включать в себя элементы трёх устоявшихся технологий ИС: фактографических систем, систем электронного документооборота и систем «рабочих потоков». При этом ни одна отдельно взятая технология не удовлетворяет потребностям разработки АИС ЛПУ.

Фактографическая информационная система — информационно-поисковая система, обеспечивающая выдачу фактических сведений, доступных пользователю по запросу. Поисковый массив фактографической ИС состоит из описаний фактов, извлечённых из документов и представленных на формальном языке.

Система электронного документооборота (*Electronic Documents Processing System, Electronic Records Management System*) представляет собой комплекс программных, технологических и других средств, обеспечивающих взаимодействие в электронной форме документами и данными между подразделениями организации и управление ею. Системы электронного документооборота призваны обеспечивать высокую

эффективность деятельности организации на основе использования современных информационных технологий. Обязательными подсистемами для электронного документооборота являются подсистема электронного архива, обеспечивающая хранение документов с организацией доступа к ним, и подсистема управления.

Информационная система управления рабочими потоками — это комплекс средств и технологий, объединенных информацией, используемой для планирования, регулирования, контроля и анализа функционирования объекта. На основе анализа информационных потоков можно определить наиболее значимые для принятия управленческих решений данные, минимальный объем информации, без которого эффективное управление невозможно.

Для оптимизации механизма прав доступа в «ИНТЕРИН» был создан аппарат метапользователей. Понятие «метапользователь» объединяет работников, имеющих одинаковые права. Один и тот же работник может относиться к нескольким типам метапользователей; в этом случае его права суммируются. Например, один и тот же человек может быть заведующим отделением, лечащим врачом и врачом-консультантом.

По мнению разработчиков ИМС, построенные на основе технологии «ИНТЕРИН», предусматривают автоматизацию функций медицинского учреждения и обеспечивают:

- концентрацию информации вокруг пациента;
- оперативный доступ к информации с любого места с учетом прав доступа;
- возможность работы с медицинской картой больного через Интернет с использованием «тонкого клиента»;
- мониторинг ЛДП;
- автоматизацию оформления документов;
- генерацию статистических отчетов;
- анализ оказанных медицинских услуг;
- возможность использования в разных по уровню медицинских учреждениях.

Система «ЭСКУЛАП» — разработка ООО «Программы и Комплексы» — является одной из современных госпитальных ИС. Фирма занимается созданием АИС ЛПУ более 10 лет. Первым учреждением, на базе которого осуществлялась и продолжается разработка «ЭСКУЛАП», стала Московская городская клиническая онкологическая больница № 62. На сегодняшний день в больнице автоматизированы следующие подразделения и рабочие места:

- приемное отделение (АРМ регистратора, АРМ врача приемного отделения);
- лечебное отделение (АРМ постовой сестры, АРМ старшей медицинской сестры, АРМ врача);
- аптека (АРМ провизора, АРМ клинического фармаколога);
- диагностические отделения (АРМ врачей: врача-лаборанта, врача КТ, рентгенолога и т.д.); рентгеновские изображения оцифровываются с помощью дигитайзера и помещаются для хранения на специализированный *DICOM*-сервер;

- операционная (планирование операций, видеотрансляция и архивирование операций);
- статистика (АРМ «Статистика»).

Часть медицинской документации в АИС «ЭСКУЛАП» (первичный осмотр, эпикриз) реализована на основе архитектуры клинических документов с использованием *HL1* (см. подразд. 5.3).

Локальная больничная сеть «ЭСКУЛАП» объединяет 100 ПК класса *Pentium 4* и 200 терминалов. Используемая терминальная технология значительно удешевляет стоимость рабочих мест, экономит необходимое для техники пространство.

Информационная медицинская система реализована на серверной платформе *Supermicro* и включает 12 серверов. Все серверы в качестве операционной системы используют *Microsoft Windows Server 2003*, а в качестве сервера приложений применяются продукты фирмы *Citrix*.

В настоящее время АИС «ЭСКУЛАП» активно внедряется в больницах Москвы.

Эксплуатация АИС ЛПУ требует ощутимых капиталовложений, однако их использование окупается, так как оптимизирует работу учреждения. В настоящее время необходимость внедрения таких систем уже никем не оспаривается.

Крупные фирмы, разрабатывающие АИС ЛПУ, идут на поэтапное внедрение системы в зависимости от возможностей заказчика, осуществляют настройку системы на конкретное ЛПУ, в том или ином виде сопровождают систему.

Проблемы при внедрении АИС ЛПУ, конечно, возникают. Одной из общих проблем остается недостаточное развитие медико-технологической части систем, особенно в аспектах поддержки решений врача, и баланс между формализованными и неформализованными фрагментами медицинских карт пациентов. Частично это объясняется объективно сложными вопросами, возникающими при попытках интеграции систем.

Различия между предлагаемыми АИС ЛПУ, безусловно, есть, например, по используемым технологическим решениям. Но идеологически и функционально большинство таких систем сопоставимо между собой.

Глава 11

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО УРОВНЯ

11.1. Структура и функции медицинских информационных систем территориального уровня

Территориальная информационная медицинская система — это интегрированная система сбора, обработки, передачи и хранения данных о состоянии здоровья населения, окружающей среды, материально-технической базе и экономических аспектах функционирования службы здравоохранения региона.

Переход здравоохранения к использованию таких систем способствует преодолению трудностей своевременного получения всех необходимых данных о пациенте, накапливаемых в течение жизни при наблюдении человека в ряде учреждений (родильный дом, детская и взрослая поликлиники, специализированные центры/диспансеры, стационары и др.). Одновременно обеспечивается значительно более

высокий уровень информационной поддержки, так как выписки из историй болезни (медицинских карт) далеко не всегда обеспечивают необходимый уровень информационной достаточности.

Одним из результатов интеграции ИМС является формирование комплексов взаимно дополняющих компьютерных систем функционально связанных учреждений, входящих, например, в состав терапевтико-акушерско-педиатрической или специализированной медицинской службы. При этом на новой медико-технологической основе решаются «застарелые» медико-организационные вопросы преемственности наблюдения, в частности на этапе «беременная женщина—плод — ребенок».

Территориальная ИМС должна обеспечивать информационную поддержку ЛПР по вопросам оперативного, тактического и стратегического управления, планирования развития здравоохранения региона и формировать данные статистической отчетности. Поскольку любая территориальная ИМС субъекта Российской Федерации включает районный и городской уровни, ее программное обеспечение должно обеспечивать потребности здравоохранения в анализе информации для принятия решений в рамках их компетенции. Данный подход соответствует мнению Комитета экспертов ВОЗ о месте районной системы как составной части общенациональной системы, которая должна обладать определенной степенью независимости и способностью к самостоятельным действиям.

В настоящее время функционируют ряд независимых территориальных медицинских систем: органов управления здравоохранением, обязательного медицинского страхования, социально-гигиенического мониторинга. Последняя система обеспечивает контроль за состоянием окружающей природной среды, продуктов питания, профессиональной заболеваемости работников предприятий.

В отношении состояния здоровья населения традиционно (в большинстве случаев) осуществляются сбор и последующая обработка не первичной информации о пациентах, а статистических данных (например, на основе талонов, включающих в основном сведения о заболеваемости и нетрудоспособности людей).

В настоящее время в ряде регионов России осуществляется переход к мониторингованию состояния здоровья населения на основе первичных данных. Для этого в каждом медицинском учреждении должен функционировать свой регистр (БД), реализованный на основе единого принципа построения (универсальности) отдельных блоков ИС независимо от различий в характере собственно медицинских данных. При этом документы должны быть однотипны по форме (паспортная часть, история жизни, болезни, результаты обследования), но включать и динамические блоки, отражающие текущие изменения в состоянии здоровья и индивидуальные особенности пациента, которые врач считает нужным отметить.

Формируются также территориальные регистры больных по группам патологии (наследственные заболевания, природно-очаговые инфекции, венерические и кожные заразные болезни и др.), социально значимым заболеваниям (например, бронхиальная астма), отдельным контингентам (например, беременные женщины, дети).

Ведутся территориальные базы федеральных систем мониторинга заболеваний населения (см. гл. 12), обеспечивается их поддержка на уровне ЛПУ, откуда первичная информация поступает в медицинские информационно-аналитические центры (МИАЦ).

Формирование полноценной ИС регионального здравоохранения невозможно без создания в будущем единого информационного медицинского пространства (см. гл. 13), включающего все медицинские учреждения административной территории и объединяющего любую информацию независимо от последующего ее использования различными службами в медико-социальных и экономических целях. Это позволит получать любые необходимые срезы статистических данных на основе обработки соответствующей первичной информации и исключит неоправданное дублирование данных в различных ИМС.

Наиболее целесообразным решением этого вопроса было бы создание распределенной БД с санкционированным доступом пользователей к необходимой в конкретный момент информации, хранящейся по месту ее ввода. В этом случае можно было бы говорить о системе централизованно-децентрализованного хранения информации. Однако для этого наряду с административными решениями необходимо наличие АС в медицинских учреждениях (см. гл. 10) и коммуникационной среды, в которую должны быть включены ЛПУ региона.

Современная территориальная ИМС должна представлять собой трехуровневую систему электронного документооборота, реализованную в сетевом варианте (рис. 9):

1) БД фельдшерско-акушерских пунктов и участковых больниц (при отсутствии компьютеризации этого уровня необходимые сведения должны передаваться на уровень центральных районных больниц и храниться в их БД);

2) ИМС учреждений районного и городского подчинения, городских центров государственного санитарно-эпидемиологического надзора, органов управления здравоохранением;

3) ИМС учреждений областного подчинения (включая бюро медико-социальной экспертизы), органов управления здравоохранением, органов Росздрава и Роспотребнадзора, территориального фонда ОМС.

Информация БД нижнего уровня, формируемых в отдельных медицинских учреждениях, в утвержденных объемах направляется в единую территориальную БД (по сетям или на магнитных носителях).

В любом из вариантов формируется интегрированная ИС, которая должна включать средства защиты данных от несанкционированного доступа (см. гл. 9).

Наряду с вертикальными связями, обеспечивающими информацией районный/городской и региональный уровни управления, в территориальной ИМС реализуются горизонтальные связи между медицинскими учреждениями. Они позволяют врачам различных ЛПУ (поликлиники, стационары, диспансеры и др.) оперативно получать необходимую им первичную информацию об изменениях в состоянии здоровья пациентов.

В правильно спроектированной территориальной ИМС обязательно предусматривается возможность ее модернизации и наращивания по функциям, а также подключение новых медицинских учреждений и вновь создаваемых ИС.

Территориальная ИМС строится на программной платформе, обеспечивающей интеграцию и обработку данных, получаемых от различных источников. «Сквозная» система сбора данных должна базироваться на основе информационной совместимости при использовании единых справочников. Платформа обеспечивает автоматическое создание и предоставление всех видов отчетности, включающих сведения из первичных БД. Базы данных нижних уровней, как правило, работают под управлением различных СУБД. Часто форматы представления однотипных данных в них не совпадают.

Кроме того, часть данных дублируется в различных БД, что может приводить к их последующей несогласованности.



РИС 9. Движение информации в территориальной ИМС (исключая управленческие воздействия)

Создание централизованного хранилища данных (для систем здравоохранения, фондов ОМС, Центров государственного санитарно-эпидемиологического надзора) создает основу для преодоления указанных проблем и обеспечения руководителей

всей полнотой медико-статистической, экологической и экономической информации, необходимой для принятия обоснованных решений.

Технология последнего времени предполагает использование так называемых хранилищ данных (*Data Warehouse*) — БД для аккумуляции больших объемов информации.

Основными функциями территориальной информационной медицинской системы являются:

- формирование и ведение региональной базы (централизованного хранилища) данных;
- ведение регистра населения;
- ведение регистров на отдельные контингента населения, в том числе для полицейских федеральных систем;
- анализ динамики состояния здоровья населения, включая оперативный анализ младенческой, детской и материнской смертности;
- формирование статистических показателей (состояния здоровья населения, работы ЛПУ и т.д.);
- оценка обеспеченности и потребности в основных видах медицинской помощи, включая контроль за выполнением территориальной программы государственных гарантий населения на бесплатную медицинскую помощь и мониторинг дополнительного лекарственного обеспечения;
- оперативное управление службами (скорая помощь, станция переливания крови и т.п.);
- контроль эпидемиологической ситуации;
- анализ состояния окружающей природной среды, включая связь факторов загрязнения с уровнем заболеваемости и оценку влияния профессиональных вредностей на производстве;
- мониторинг работы ЛПУ на основе индикаторов результативности и качества, включая анализ финансово-экономических аспектов;
- планирование и прогнозирование развития учреждений и служб.

Принятие управленческого решения на основе имеющейся информации не является одномоментным актом, а включает последовательный ряд этапов:

1. анализ информации;
2. моделирование текущего состояния проблемы;
3. генерацию возможных решений;
4. ранжирование решений по порядку предпочтения;
5. выбор решений в соответствии с принятыми критериями;
6. моделирование последствий принятия решения.

Городская и районная ИМС создают новые условия для оперативного получения необходимой информации врачами скорой медицинской помощи непосредственно при оказании экстренной помощи. Это особенно важно в отношении пациентов с определенной патологией (сахарный диабет, эпилепсия и др.). Одновременно решается вопрос интеграции в единую БД информации о наблюдаемых при неотложных

состояниях проявлениях заболевания и эффективности применявшихся медикаментов. Последнее крайне важно для последующего лечения этих больных врачами районных поликлиник.

Оперативный доступ врачей к исходной медицинской информации на этапах оказания помощи при чрезвычайных ситуациях имеет свои особенности.

В Тульском НИИ новых медицинских технологий предложена схема информационного обмена. При ее использовании учреждения территориальной службы медицины катастроф в конце дня при выходе из программы запускают электронную почту, которая автоматически забирает из БД учреждений, оказывающих экстренную медицинскую помощь, всю новую информацию и размещает ее в общей территориальной БД. Таким путем обеспечивается актуальность медицинской информации, необходимой всем службам, участвующим в ликвидации последствий стихийной или техногенной катастрофы.

Включение в состав территориальных ИМС моделей позволяет на объективной основе прогнозировать ситуации (например, в области заболеваемости, эпидемиологической ситуации, потребности в медикаментах и др.), оптимизировать распределение ресурсов и структуру медицинских учреждений в условиях имеющихся ограничений, планировать мероприятия и поддерживать принятие решений.

В составе территориальных ИМС на всех уровнях используются различные АРМ — врача-статистика, главных специалистов и др. (см. гл. 8). С их помощью осуществляются необходимый содержательный анализ, экспертиза и обработка информации, аккумулируемой в территориальной БД.

11.2. Информационно-аналитические и геоинформационные системы в поддержке принятия управленческих решений

Особенностью здравоохранения является его постоянное обновление, реструктуризация, появление новых критериев, нормативов, методик расчета, изменение статистических форм. Это требует особых подходов к построению ИС, в которых должны предусматриваться возможность коррекции как первичной информации без изменения структуры БД, так и статистических форм. В связи с этим система должна иметь средства, позволяющие легко модифицировать информационные модели, реализовывать различные методики анализа, выполнять сравнение разных подходов к решению задач. Это позволит, во-первых, обеспечить пользователей постоянно обновляемой информацией и, во-вторых, даст возможность продлить так называемый жизненный цикл системы, т.е. время ее функционирования. Под жизненным циклом программного обеспечения ИС обычно понимается непрерывный процесс, который начинается с момента принятия решения о необходимости создания системы и заканчивается в момент ее вывода из эксплуатации. Модель жизненного цикла включает: анализ объекта и(или) информационных потоков, проектирование, реализацию, внедрение и сопровождение ИС.

Информация, получаемая при функционировании территориальной ИМС, должна предоставляться пользователям в различной форме (табличной, графической, картографической) и с разным уровнем аналитической проработки.

Для анализа информации любой предметной области в территориальных ИМС используются специальные встроенные аналитические модули. На территориальном уровне для анализа и визуального представления данных используются информационно-аналитические или географические информационные системы (подсистемы).

11.2.1. Информационно-аналитические системы

Информационно-аналитическая система — это система, обеспечивающая наряду с процессами сбора, накопления, хранения, поиска и статистической обработки информации формально-содержательный анализ данных на основе построения моделей, необходимых для оценки состояния и планирования развития службы.

За рубежом достаточно широкое распространение получили модели для формально-содержательного анализа при заболеваниях. Это дает возможность оценки распространенности хронических заболеваний и получения эпидемиологических характеристик риска с использованием методов доказательной медицины.

Использование в рамках территориальных ИМС аналитических модулей (или применение для анализа данных информационно-аналитических систем) дает возможность реализовать гибкие средства формирования отчетности о состоянии здоровья населения и ресурсах здравоохранения, обеспечивающие адекватность состава данных аналитическим подходам, одновременно устойчивые к модификации исходной информации.

Кроме того, одним из вариантов потенциального расширения возможностей пользователей является включение конструктора свободных запросов для самостоятельного формирования дополнительных статистических таблиц. Они должны обеспечивать получение необходимых данных как по широкому кругу возникающих при принятии решений вопросов, так и углубленный статистический анализ первичной информации с использованием различных методов математической статистики.

В настоящее время все более широкое применение находит OLAP-технология (*On-Line Analytical Processing*), обеспечивающая оперативное выполнение как стандартных, так и заранее непрогнозируемых запросов. Одним из эффективных средств этой технологии является наглядная визуализация получаемых данных в форме перекрестных таблиц (кросс-таблиц). В этом случае можно одновременно просмотреть исходные и агрегированные данные. Специалисты организационно-методических отделов могут экспериментировать с кросс-таблицей, изменяя расположение строк и столбцов таким образом, чтобы получить как можно более наглядное представление в отношении интересующих их связей параметров (зависимостей показателей от значений признаков). Изменение степени детальности данных в кросс-таблице позволяет получать сводные показатели или подробно

исследовать особенности конкретного процесса. Например, расчет потребности в медицинской помощи может производиться целиком по региону, районам, группам населения, отдельным классам патологии.

В перспективе информационно-аналитические системы, предоставляющие широкие возможности для более глубокого анализа данных, будут все шире заменять традиционные ИМС. Одновременно они будут комплектоваться специальным программным обеспечением, которое в современных американских системах принято называть ассистирующим (*computer-assisted software design — CASD*).

11.2.2. Географические информационные системы

Географическая информационная (геоинформационная) система (ГИС) — это система визуального представления географически или координатно «привязанной» проблемно-ориентированной информации. Программное обеспечение ГИС предназначено для создания, обработки, наглядной демонстрации и анализа различных типов пространственно распределенных данных. Эти системы могут использоваться для анализа самой разнообразной биологической, медицинской, демографической, экологической информации.

Карта как основной язык компьютерной географии является формой представления пространственных данных и состоит из различных координатных систем, проекций, наборов символов.

Основными элементами структуры ГИС являются:

- механизмы ввода и хранения данных;
- пространственный анализ объектов с использованием специального пакета прикладных программ;
- вывод результатов анализа.

В ГИС все многообразие анализируемых входных данных преобразуется в единую модель (или набор моделей) предметной области, хранимую в БД. Другой вариант предполагает обращение к внешней базе данных другой ИМС.

Представление информации в ГИС может быть реализовано на основе предварительной экспертной оценки или получения интервальных значений для групп наблюдений с помощью математических методов исследования. При анализе данных используют методы классификации, обеспечивающие решение задач:

- разделения исходных данных на устойчивые группы путем классификации «без учителя» или кластеризации (см. гл. 7);
- оценки информативности сгруппированных данных относительно совокупности известных эталонных объектов, т.е. распознавания образов с обучением на эталонах («с учителем»);
- структурно-логического исследования и классификации логических связей.

Внедрение в практику здравоохранения современных компьютерных информационных технологий, в частности использование ГИС, а также встраивание в ИС географических модулей существенно облегчило пространственное изучение распространенности различных заболеваний на уровне города, региона и страны в

целом, открыло новые возможности для решения задач эпидемиологического анализа.

По разным оценкам до 75 % информации БД содержат географическую составляющую.

В ГИС используется принцип наложения на один и тот же пространственный контур слоев разнообразной тематической информации о территории. Это позволяет моделировать процессы и явления, отслеживать изменения их состояния во времени, быстро и наглядно представлять результаты. Последнее особенно актуально в связи с появлением программных продуктов, возникших в результате слияния географических программных средств и Интернета, появления «Интернет-картографии».

Использование географических модулей, встроенных в территориальные ИМС для пространственно-временного анализа статистических данных, в комплексе с методами математического моделирования и эпидемиологического анализа неинфекционных заболеваний позволяет:

- 1) эффективно выявлять локусы повышенной распространенности тех или иных заболеваний в связи с обуславливающими их неблагоприятными экологическими воздействиями;
- 2) точнее определять прогноз ситуации;
- 3) своевременно принимать управленческие решения о приоритетном проведении природоохранных, медицинских, санитарно-гигиенических, оздоровительных и профилактических мероприятий.

Так, в ходе исследований бронхиальной астмы у детей, проведенных Ю. Л. Мизерницким и соавт. (2003) в ряде промышленных городов с использованием географических информационных систем, была продемонстрирована возможность выявления микрорайонов с повышенной распространенностью этого заболевания. При этом выявлена тесная связь с загрязнением окружающей среды, расположением промышленных предприятий и транспортных магистралей.

Большое удобство представляет возможность визуального анализа различных статистических показателей в разных регионах.

Наглядное сопоставление показателей заболеваемости и распространенности болезней, смертности от них в различных территориях России позволяет проследить региональные особенности динамики исследуемых показателей, связанные с климато-географическими, экономическими, медико-организационными аспектами (наличием специализированных центров, укомплектованностью квалифицированными кадрами и т.д.).

Доступ к необходимой информации в ГИС оформляется через запросы, в том числе к удаленным БД.

Географические программные средства совмещают преимущества обработки данных, которыми обладают базы данных, с наглядностью карт (пространственное представление информации с использованием цветовой гаммы в выбранном масштабе), схем и графиков. Графики и схемы могут выводиться непосредственно на карту.

Географические информационные системы обеспечивают наглядность и быстрый анализ информации, что особенно удобно для получения ЛПР быстрого общего впечатления о ситуации или при обсуждении вопросов в процессе совещаний.

Глава 12

СИСТЕМЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО УРОВНЯ И МОНИТОРИНГА ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

12.1. Цели и задачи информационных медицинских систем федерального уровня

Федеральная информационная медицинская система здравоохранения — это интегрированная система сбора, обработки и хранения данных о состоянии здоровья населения, окружающей природной среды, материально-технической базы и экономических аспектах функционирования отрасли здравоохранения страны. Федеральная ИМС опирается на БД территориальных, ведомственных ИМС и специализированных федеральных регистров.

Отрасль здравоохранения — это система с многочисленными автономными блоками, функционирование которых обусловлено взаимодействием различных по своей направленности учреждений (на которые распространяется юрисдикция Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации) как в проведении профилактических и лечебно-оздоровительных мероприятий, так и в контроле за состоянием окружающей природной и профессиональной среды.

Конкретизацией понятия «система» как организации является совокупность понятий, связанных с категориями структуры и порядка. Понятие «структура системы» охватывает не только ее строение, но и изменения, взаимодействия, развитие в целом. Порядком можно назвать соотношение процессов в некоторой повторяющейся пространственной или временной последовательности, что в здравоохранении имеет место при наблюдении пациентов в различных учреждениях в процессе жизни. Системная дифференциация, в данном случае — специализация здравоохранения, порождает дополнительные связи, повышая организационную сложность системы в целом. При этом необходимо стремиться к совершенствованию отношений между всеми организационными единицами (структурами) системы, перехода их на новый, более высокий уровень взаимного дополнения при одновременном отказе от дублирования информации.

Целью федеральной ИМС является обеспечение информационной поддержки в вопросах оперативного, тактического и стратегического управления системой охраны здоровья населения, планирования развития и ресурсного обеспечения здравоохранения страны на основе анализа полного объема статистических данных и прогнозирования тенденций в состоянии здоровья и окружающей среды с использованием методов математического моделирования.

Переход к системе взаимоувязанных ИМС всех уровней, начиная с персонифицированных баз медицинских данных в ЛПУ, является основой для обеспечения необходимой полноты информации при оказании медицинской помощи

на любом уровне и реализации поэтапной обработки и сжатия первичной информации в соответствии с потребностями поддержки принятия решений.

Основными задачами федеральной ИМС являются:

1) анализ (мониторинг) текущей ситуации:

- состояния здоровья населения (динамическая характеристика по различным возрастным, этническим, профессиональным и другим группам);
- факторов загрязнения окружающей среды;
- функционирования и состояния системы охраны здоровья населения;
- кадрового состава и уровня оснащенности системы здравоохранения;

2) ведение полицевых деперсонифицированных БД (регистров) на отдельные категории больных;

3) прогнозирование тенденций уровня заболеваемости, инвалидности, смертности и изменений в их структуре;

4) анализ уровня обеспеченности потребностей населения в медицинской помощи, медикаментах, средствах реабилитации и прогноз необходимой коррекции материального и кадрового обеспечения системы здравоохранения.

Полицевые базы данных включают медицинскую информацию на каждого индивидуума, но в них отсутствуют фамилии, имена, отчества и точный адрес.

Персонифицированные базы данных включают как медицинскую информацию, так и паспортные данные индивидуума.

Единая федеральная ИМС — это своего рода виртуальная система, представляющая собой комплекс федеральных ИМС различного направления (клинического, лекарственного, социально-гигиенического, экологического, организационного, финансово-экономического, кадрового, материально-технического), подчиненных различным ведомствам и фондам, но обменивающихся необходимой информацией (или обеспечивающих санкционированный доступ к необходимым данным) на основе согласованных протоколов.

Приоритетами медико-социальной направленности системы являются снижение как медицинских, так и социальных проблем лиц с ограниченными возможностями (инвалидов), предоставление информации для разработки обоснованных региональных программ, направленных на улучшение их обслуживания, выявление отдельных групп населения, нуждающихся в проведении неотложных и плановых медицинских и социальных мероприятий, и прогнозирование потребностей в ресурсах, необходимых для удовлетворения нужд инвалидов и их интеграции в общество.

Комплексный подход, предусматривающий многофакторный анализ зачастую разнонаправленных процессов, позволяет получить объективную картину состояния здоровья населения России, ведущих факторов, оказывающих негативное влияние, и мероприятий, потенциально способных улучшить ситуацию в отношении заболеваемости, инвалидности, смертности и, соответственно, продолжительности жизни.

12.2. Принципы и место компьютерного мониторинга здоровья населения в общей системе здравоохранения

В Концепции создания Государственной системы мониторинга здоровья населения России (1996) приведено следующее определение: *мониторинг здоровья населения* — это система оперативного слежения за состоянием и изменением здоровья населения, представляющая собой постоянно совершенствующийся механизм получения разноуровневой информации для углубленной оценки и прогноза здоровья населения за различные временные интервалы.

Компьютерный мониторинг здоровья предполагает регулярный сбор и накопление данных, получаемых на любых уровнях иерархической системы здравоохранения и в ведомственных медицинских учреждениях на протяжении всей жизни человека. Это обеспечивает формирование объективных интегральных оценок общественного здоровья, динамический анализ ситуации и прогноз тенденций, на основе которых может осуществляться выявление приоритетов для проведения первоочередных мероприятий в отношении различных групп населения путем направленного совершенствования системы здравоохранения и планирования текущих и долгосрочных мероприятий. Основой для этого служат территориальные и проблемно-ориентированные системы сбора, переработки, хранения и анализа регулярно пополняемой медицинской информации пациентов.

В настоящее время на разных уровнях системы здравоохранения функционируют разнообразные мониторинговые системы. Их *классификацию* (по направленности) можно представить следующим образом:

- динамический контроль медико-демографических показателей: рождаемости, заболеваемости, инвалидности, смертности;
- периодический контроль состояния здоровья — диспансерные осмотры населения (общие, профессиональных групп, возрастных групп и др.);
- эпидемиологический мониторинг по нозологическим группам (врожденные пороки развития, наследственные заболевания, онкологическая патология, туберкулез, психические болезни, ВИЧ/СПИД и др.), позволяющий получить сравнительную информацию о распространенности хронических заболеваний на территории России, в том числе среди разных возрастных, профессиональных и этнических групп;
- социально-гигиенический, в том числе медико-дозиметрический и медико-экологический мониторинг;
- мониторинг генетических процессов в популяции и отдельных субпопуляциях населения страны.

Компьютерный мониторинг переходных состояний здоровья — от нормы до выраженной патологии — является основой для оценки уровня как индивидуального, так и общественного, или популяционного, здоровья в различных группах населения.

Концепция континуума переходных состояний здоровья развивающегося организма (Б. А. Кобринский, 2000), включающая норму, компенсаторные или обратимые функциональные нарушения, пограничные состояния, генетически

детерминированные, мультифакториальные или приобретенные хронические заболевания (компенсированные состояния и стойкое нарушение функций или декомпенсация), в том числе врожденные пороки развития, и инвалидность, объясняет роль динамического изменения факторов риска, негативное влияние которых опосредуется организмом в рамках его нормы реакции при наличии наследственной обусловленности или предрасположенности к тем или иным заболеваниям. Учет этого является обязательной основой для формирования групп риска, отражающих вероятность заболеть в определенный период жизни (момент времени). Из этого вытекает, что с возрастом должна осуществляться регулярная переоценка относительной роли (удельного веса) и влияния как отдельных факторов, так и их совокупностей, т.е. необходима система динамической многофакторной оценки экзо- и эндогенных влияний, учитывающая интерференцию положительных и отрицательных влияний в процессе воздействия факторов риска на формирующийся и развивающийся организм ребенка, что возможно только при организации компьютерного мониторинга за состоянием здоровья детей.

Мониторинг «маркерных» заболеваний (см. гл. 9) позволяет осуществлять оценку многообразных негативных воздействий (мутагенное, тератогенное, гонадотоксическое, эмбриотоксическое, канцерогенное, аллергическое, токсическое и др.), которые могут проявляться в разное время и в различных формах. Мониторинг социально значимых заболеваний, нередко сопровождающихся инвалидизацией, позволяет реально контролировать динамику изменений в состоянии здоровья этих контингентов больных и эффективность абилитационных/реабилитационных мероприятий.

Федеральная система мониторинга здоровья населения предусматривает аналитическую обработку полицевых данных специализированных регистров для получения различных пространственно-временных показателей по классам патологии с учетом уровня представления данных. Например, аналитический модуль федеральной системы мониторинга инвалидности позволяет получить в динамике полноценную информацию медико-социального характера о состоянии пациентов, эффективности восстановительной терапии и текущих потребностях лиц с ограниченными возможностями для оптимизации их состояния и адаптации в обществе. С его помощью осуществляется:

1. комплексная оценка уровня и качества жизни инвалидов;
2. анализ уровня и структуры инвалидности;
3. оценка функциональных нарушений;
4. оценка характера ограничений жизнедеятельности;
5. оценка суммарного реабилитационного потенциала;
6. оценка эффективности индивидуальных программ реабилитации;
7. анализ динамики изменений в состоянии инвалидов;
8. анализ социальной адаптированностиTM инвалидов;
9. учет потребностей в постоянном лечении;
10. учет потребностей в лекарствах, пищевых добавках;

11. учет потребностей в протезировании;
12. учет потребностей в технических средствах.

Получение такой информации позволяет оперативно корректировать расходы медицинской и социальной служб, оптимизировать перспективные планы мероприятий по медико-социальному обеспечению инвалидов и в конечном счете добиваться снижения эффекта дезадаптирующих нарушений и повышения уровня социальной адаптации этих больных.

Объединение информации на различных уровнях в плане отдельных нозологических форм или групп заболеваний позволяет получить полноценную картину состояния медико-демографических показателей, характеризующих физические и психические характеристики, уровень и структуру заболеваемости, инвалидности и смертности населения Российской Федерации.

12.3. Федеральные системы мониторинга состояния здоровья

Федеральная информационная система мониторинга состояния здоровья — это комплекс проблемно ориентированных иерархических ИМС, включающих регулярно обновляемые персонифицированные базы медицинских (медико-социальных) данных по месту первичного наблюдения пациентов, на региональном и федеральном уровнях, обеспечивающих сбор, передачу, хранение и полипараметрический анализ данных для многокритериальной оценки динамики изменений в различных группах населения. В здравоохранении в качестве альтернативного обозначения для БД мониторинговых систем широкое распространение получил термин «регистр».

Перспективным подходом к созданию системы постоянного слежения за здоровьем всего населения является ведение мониторинга непосредственно с момента рождения ребенка (или с момента наблюдения беременной в женской консультации) при обязательном учете факторов риска заболеваний. Примером может служить специализированная территориальная информационно-аналитическая система или интегрированная БД по рождаемости, перинатальной и младенческой смертности «С-ИнБад», предусматривающая ведение БД на учрежденческом, городском, региональном и федеральном уровнях (рис. 10). Особенностью реализации этой ИС является возможность оперативного обмена информацией между всеми медицинскими учреждениями административной территории, участвующими в наблюдении за детьми на первом году жизни, — родильными домами, перинатальными центрами, детскими поликлиниками и стационарами.

В дальнейшем с системой типа «С-ИнБад» должны интегрироваться системы диспансеризации и специализированные регистры, функционирующие и вновь создаваемые. Среди действующих можно назвать ИС для мониторинга врожденных пороков развития, сахарного диабета, туберкулеза, инвалидности и др. В этих системах предусмотрен полицевой учет пациентов на нижнем уровне (в ЛПУ) с последующим объединением данных от уровня субъекта Российской Федерации до страны в целом (принцип «зонтика»).

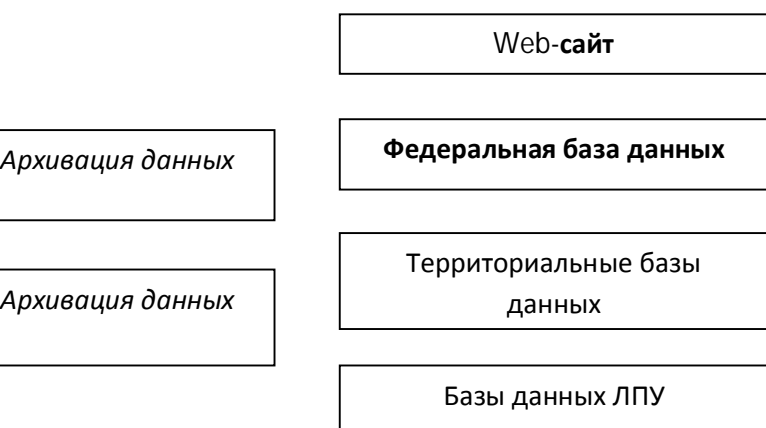


Рис. 10. Схема интегрированной базы данных по рождаемости, перинатальной и младенческой смертности «С-ИнБаД»

Эпидемиологический мониторинг больных с врожденными пороками развития обеспечивает сбор информации (с рождения) из региональных автоматизированных регистров в центральную БД. В территориальных регистрах постоянно фиксируется информация о вновь выявленных случаях пороков развития, получаемая из родильных домов, детских поликлиник, стационаров и прозектур региона.

Диспансеризация как метод периодического наблюдения позволяет своевременно выявлять предболезненные состояния и новые случаи заболеваний на более ранних стадиях развития, осуществлять необходимые оздоровительные и лечебно-профилактические меры, проводить терапевтические и реабилитационные мероприятия при хронической патологии. Таким образом, периодический анализ состояния здоровья детского и взрослого населения Российской Федерации позволяет получить оценки основных характеристик на текущий момент и определить тенденции в здоровье популяции. Но решение задач такого масштаба невозможно без информационно-компьютерной поддержки, примером которой может служить проведенная в 2002 г. единовременная диспансеризация более 30 млн детей.

Информационная система Всероссийской диспансеризации детей, которую можно рассматривать как типовую (рис. 11), обеспечивает сбор, логический контроль, передачу, выборочный экспертный контроль качества заполнения медицинских карт с отметкой ошибочных (которые возвращаются по месту наблюдения детей), интеграцию, обработку и хранение данных о всей детской популяции России. Защита от несанкционированного входа в систему обеспечивается наряду с паролями пользователей ограничениями на доступ к разной информации и различным режимам работы с данными.

Аналогом российских федеральных систем компьютерного мониторинга в США являются программы CDC (*Centers for Disease Control and Prevention* — Центры по контролю и профилактике заболеваний) для наблюдения (надзора) и изучения таких специфических заболеваний, как туберкулез, болезни, передаваемые половым путем, СПИД.

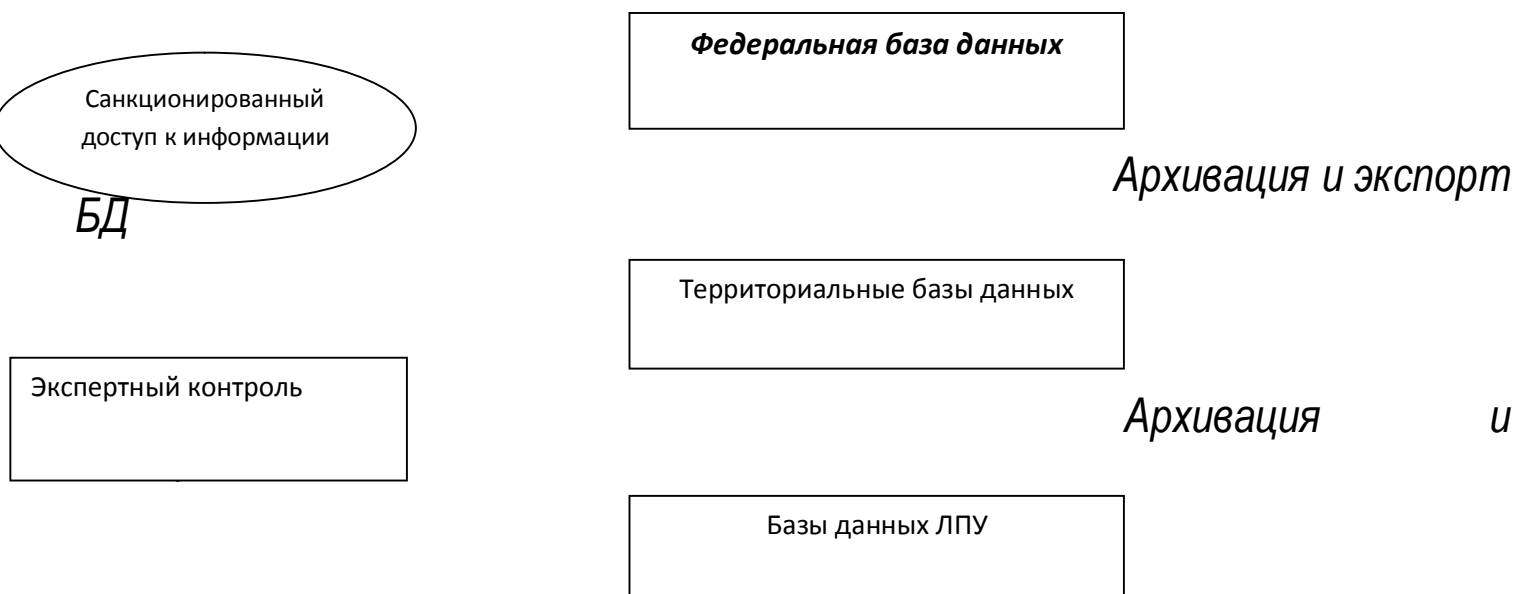


Рис. 11. Функциональная схема ИС Всероссийской диспансеризации детей

С организационной точки зрения наиболее практичным вариантом интеграции ИС для мониторинга состояния здоровья населения представляется реализация ее в виде метасистемы, интегрирующей необходимые данные отдельных регистров на федеральном уровне или, при наличии соответствующей коммуникационной инфраструктуры, обеспечивающей оперативный просмотр всей необходимой медицинской информации, сохраняющейся непосредственно по месту наблюдения (обследования, лечения) пациентов.

12.4. Интеграция информационных систем различных служб и уровней оказания медико-социальной помощи

Создание федеральных ИМС и организация компьютерного мониторинга состояния здоровья населения Российской Федерации предполагает последовательное сжатие исходных данных для получения на каждом уровне (городском/районном, региональном и федеральном) необходимой для принятия управленческих решений и планирования развития служб интегрированной статистической информации.

По мере создания в стране коммуникационной инфраструктуры, объединяющей медицинские учреждения на основе каналов достаточной емкости, будет обеспечена возможность реализации распределенной БД.

Система информатизации здравоохранения включает ряд уровней со своими специфическими особенностями:

1. врачебный (пользовательский);
2. отделенческий (в основном в стационарах);
3. учрежденческий;
4. городской/районный;
5. областной (краевой, автономных округов, республиканский);

6. федеральный.

Для мониторинга здоровья населения России на всех уровнях принципиально важно сочетание федеральных (на основе вертикальных систем обмена данными) и территориальных ИМС (рис. 12).

Вертикально-горизонтальная интеграция систем решает задачу объединения данных в конкретной проблемной области, на уровне субъектов Российской Федерации и одновременно повышает преемственность в оказании помощи, включая высокоспециализированную (высокотехнологичную) помощь в федеральных медицинских центрах. Национальные БД помогают установить эффективную обратную связь с учреждениями — «поставщиками информации», что ведет к улучшению полноты и качества данных, на основе которых могут строиться различные заключения. Необходимым условием преемственного динамического наблюдения за состоянием здоровья населения является организация этапности (в военной медицине — эшелонированности) в наблюдении и оказании медицинской и социальной помощи. Из этого требования вытекает необходимость информационной интеграции медицинских данных, которая достигается при организации многоуровневого взаимодействия между ИМС учреждений.

Еще один аспект — обмен информацией не только между ИМС, включающими собственно медицинские (клинические) данные (диспансерными системами и проблемно-ориентированными регистрами по видам патологии), но также с системами анализа профессиональных вредностей и факторов загрязнения окружающей природной среды, т.е. с данными Центров государственного санитарно-эпидемиологического контроля (рис. 13). Это может внести достаточно серьезные изменения в оценки влияния социально-гигиенических факторов на состояние здоровья населения — в отношении конкретных социально значимых групп патологии. Благодаря интеграции разнообразных по своей направленности ИМС врачи и организаторы здравоохранения будут обеспечены необходимыми данными для принятия клинических и управленческих решений в условиях доступности всех необходимых сведений медицинского и экологического характера.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику федеральной информационной медицинской системы.
2. Что должна в себя включать федеральная информационная медицинская система?
3. Как соотносятся федеральная и территориальная ИМС?
4. Опишите структуру Государственной системы мониторинга здоровья населения России.
5. Что предполагает компьютерный мониторинг здоровья?
6. На чем базируются интегральные оценки общественного здоровья?
7. Дайте классификацию компьютерных мониторинговых систем.
8. Что представляет собой Федеральная информационная система мониторинга?

9. Какими способами можно создавать систему автоматизированного мониторинга состояния здоровья населения?



Рис. 12. Схема информационного взаимодействия медицинских учреждений разных уровней системы здравоохранения



Рис. 13. Схема Федеральной информационной системы мониторинга здоровья населения

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА К ЭЛЕКТРОННОМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

13.1. Понятие электронного здравоохранения

Переход к электронному здравоохранению (*e-Health*) предполагает построение территориальных и глобальных сетей передачи медицинских данных и создание на этой основе единого информационного пространства.

Электронное здравоохранение — это система, направленная на решение всего спектра задач охраны здоровья населения, реализуемая на основе всеобъемлющего электронного документооборота, обязательно включающего персональные медицинские данные, обеспечивающего оперативный доступ ко всей информации, возможность ее совместного дистанционного анализа врачами и контактов врачей с пациентами на основе телемедицинских технологий.

К. Клоу и Й.Джарден (2001) рассматривают электронное здравоохранение в качестве «посредника» для перехода к новой фазе модернизации здравоохранения Великобритании. Этот тезис крайне важен и для России, где осуществляется реорганизация всей системы охраны здоровья населения.

Ключевым компонентом электронного здравоохранения является ЭИБ (в это понятие включаются любые медицинские карты пациентов). Переход к интегрированным системам, в том числе использующим персональные данные пациентов, создает основу для формирования единого информационного пространства отдельных служб, регионов и здравоохранения России в целом. Учитывая взаимосвязь медицинских, социальных и экологических аспектов, их роль для здоровья, комфортного состояния и(или) адаптации человека в обществе, можно рассматривать такие понятия, как «единое информационное медико-социальное пространство» и «медико-экологическое пространство».

Следует различать варианты понятия «единое информационное пространство» и независимо существующее понятие «общее информационное пространство». Единое информационное пространство включает два варианта: медицинское пространство собственно персональных данных и пространство системы здравоохранения. Наряду с использованием термина «пространство» в качестве его синонима применяется понятие «единое поле медицинских данных».

Единое информационное пространство медицинских данных — это система, опирающаяся на компьютерные сети автономно функционирующих ИМС и интегрирующая данные о пациентах, наблюдающихся в различных учреждениях всех уровней (на основе построения распределенной базы персональных данных о состоянии здоровья населения определенной территории).

Единое информационное пространство системы здравоохранения — это обобщенная или распределенная база первичных статистических данных о состоянии здоровья населения, окружающей среды и комплексе учреждений, служб и ведомств, обеспечивающих охрану здоровья населения в рамках определенной территории.

Общее информационное медицинское пространство — это совокупность информации (данных), находящейся в различных БД, в том числе разных территорий или ведомств, получение которой возможно при направлении официального запроса.

Существует также понятие «общее медико-статистическое пространство», которое предполагает интеграцию «свернутых» (статистических) данных, накапливаемых в системах обработки информации разных уровней.

13.2. Принципы построения единого информационного пространства

Информационное пространство данных медицинского и социального плана для поддержки принятия решений клинического и организационного характера в зависимости от общей направленности включает информацию:

- о пациентах и их семьях;
- проводимых научных исследованиях (для научно-практических центров);
- деятельности ЛПУ, включая медико-статистические, медико-экономические, материально-технические и другие данные (в соответствии с регламентом работы).

Комплекс медицинских, медико-экологических, медико-социальных, медико-экономических задач, реализуемых в рамках построения единого пространства, требует значительного объема первичной информации, которая должна быть соответствующим образом структурирована. В связи с этим анализ должен включать:

- 1) происхождение данных;
- 2) иерархию (соподчинение) данных;
- 3) место хранения данных;
- 4) временную динамику информации;
- 5) периодичность изменения;
- 6) приобретение новых свойств;
- 7) взаимосвязь данных между собой.

Единое информационное медицинское пространство должно обеспечивать санкционированный доступ к любым базам персональных медицинских данных независимо от места их постоянного хранения для каждого нуждающегося в них врача и организатора здравоохранения (в любом из учреждений) в интерактивном режиме или по электронной почте в фиксированный период времени. Оперативное получение данных должно быть реализовано при неотложных состояниях и в чрезвычайных ситуациях.

Обязательное условие для практической реализации единого информационного медицинского пространства — регистры всех учреждений и служб должны функционировать на основе единого принципа построения (универсальности) отдельных блоков ИС и единых стандартов на медицинские записи (см. подразд. 5.3) независимо от различий в характере и полноте медицинских карт. В первую очередь должен решаться вопрос интеграции данных на пациента, т.е. переход к персонифицированному подходу, без чего невозможно собрать все рассеянные по разным учреждениям сведения о состоянии здоровья человека (результаты

диспансерных осмотров, обследований, информация о заболеваниях и проводившейся терапии).

Следовательно, построение единого общероссийского информационного медицинского пространства требует решения следующих проблем:

- 1) обязательное введение общероссийских идентификационных номеров с рождения;
- 2) единая система кодирования анкетных данных;
- 3) использование единых классификаторов признаков, симптомов, результатов исследований и лечебных процедур;
- 4) общепринятые стандарты обмена данными между системами разных уровней, служб и ведомств, занимающихся охраной здоровья населения;
- 5) однотипные нормативно закреплённые принципы кодирования информации и санкционированного доступа к ней для разных групп пользователей;
- 6) надёжные каналы связи, обеспечивающие оперативный доступ к распределённым базам данных;
- 7) обеспеченность ЛПУ средствами вычислительной техники и выходом в Интернет по высокоскоростным каналам связи.

Циркуляция всех сведений о состоянии здоровья людей в едином информационном медицинском пространстве позволит нивелировать существующие недостатки в оперативном получении врачами (на основе прямого санкционированного доступа) необходимых данных о предшествующем наблюдении и обследовании пациентов независимо от времени и места их проведения. Таким путем будут преодолены информационные барьеры между ЛПУ, в которых пациенты получают медицинскую помощь в течение жизни (женские консультации, родильные дома, детские и взрослые поликлиники, специализированные центры/диспансеры, стационары разных уровней), и обеспечена полная преемственность наблюдения, так как выписки далеко не всегда отвечают необходимому уровню информационной достаточности, а в ряде случаев больные поступают экстренно или независимо наблюдаются/лечатся в различных медицинских учреждениях.

Единое пространство персональных медицинских данных создает основу для интеграции и представления по запросу врача информации, накапливаемой в любом из ЛПУ и объединяемой по функциональному принципу. Например, диспансерное наблюдение может осуществляться в поликлинике, диспансере (специализированном центре), а уточнение диагноза — в стационаре или консультативно-диагностическом центре. В этом случае достигаются условия для практической реализации концепции континуума переходных состояний организма, что позволяет учитывать в процессе мониторинга роста и развития влияние многочисленных взаимодействующих биологических (включая наследственные), социальных, медицинских и экосистемных факторов.

Континуум переходных состояний организма — это непрерывный (на молекулярном уровне) процесс изменений, который характеризуется отсутствием четких границ на этапах: норма реакции — функциональные отклонения — пограничные состояния — хронические заболевания.

Проблемно-ориентированные и территориальные системы должны иметь интерфейсы, обеспечивающие оперативный обмен данными (экспорт — импорт) по телекоммуникационным магистралям. Шлюзы с санкционированным доступом позволят интегрировать в рамках единого информационного пространства как медицинские данные территориальных ИМС, так и определенные сведения о состоянии здоровья пациентов, хранящиеся в БД экстратерриториальных корпоративных систем различных ведомств, имеющих собственные медицинские службы (железнодорожного, водного транспорта и др.).

Современный период развития российского здравоохранения характеризуется объединением персональных данных как по отдельным службам и направлениям медицины, так и в рамках ведомственного здравоохранения. Также эти задачи реализуются в отдельных корпоративных медицинских системах мониторинга состояния здоровья путем формирования территориальных и федеральных регистров.

Корпоративная информационная система, в том числе медицинская, — это такая ИС, пользователями которой может быть ограниченный круг лиц, определенный организацией-владельцем ИС или соглашением участников этой системы.

Корпоративные медицинские системы подразумевают объединение в единой БД (территориальной, федеральной, ведомственной) медицинской информации на однопользовательских больницах, обслуживаемых в рамках определенной медицинской службы, но периодически наблюдающихся в учреждениях различного уровня оказания помощи, в том числе и по другим профилям патологии. Корпоративные медицинские системы на основе распределенных баз данных — это объединение информации, которая сохраняется в БД по месту наблюдения, но доступна всем учреждениям, входящим в состав данной корпоративной системы.

13.3. Подходы и первый опыт электронного здравоохранения

В настоящее время с учетом новых технических возможностей началось создание региональных и моделирование глобальных медицинских систем, позволяющих объединять автономно функционирующие в отдельных учреждениях АИС. Для этого применяют как локальные вычислительные сети, так и автономно работающие компьютеры. Работы в этом направлении проводятся в Астраханской, Иркутской, Пензенской областях и ряде других территорий. В этом случае медицинские документы, находящиеся в БД различных ЛПУ, будут доступны врачам других учреждений, где в это время наблюдаются (лечатся) пациенты (естественно, с учетом ограничений, предусматривающих сохранение конфиденциальности и защиты от несанкционированного доступа, — см. подразд. 9.7). Именно такое информационное медицинское пространство клинических данных может рассматриваться как основа для оперативного принятия адекватных лечебно-диагностических решений. Одновременно это позволит осуществлять пространственно-временной мониторинг за медико-демографическими показателями рождаемости, заболеваемости, инвалидности и смертности, обращая особое внимание на так называемые

«маркерные» виды социально значимой патологии при одновременной опоре на медико-экономические стандарты, построенные на основе моделей конечных результатов лечения и реабилитации.

Объединение данных, накапливающихся в различных территориях, открывает возможности для проведения сравнительных эпидемиологических и медико-экологических исследований при неинфекционных заболеваниях. Таким образом, концепция единого информационного медицинского пространства закладывает основы для организации всеобъемлющего мониторинга за состоянием здоровья населения на принципиально новом технологическом уровне.

Единое информационное пространство открывает новые возможности и для создания территориальных и общероссийских регистров, ориентированных на информационную поддержку врачей в обычных и чрезвычайных ситуациях. На данной основе возможно создание единого информационного пространства служб крови и трансплантологии отдельных регионов (Урал, Сибирь и т.п.) и России в целом, а в дальнейшем объединения с подобными системами других государств. Это означает, что с компьютера любого пользователя в такой сети будет доступна обработка запроса по вопросам обеспечения кровью или ее компонентами, трансплантатами с последующим обменом электронными документами для оперативного решения вопроса о получении необходимых материалов независимо от места нахождения.

В рамках единого информационного медицинского пространства становится возможна реализация «Электронного паспорта здоровья» гражданина Российской Федерации, который должен содержать четко определенный набор демографических сведений и данных о состоянии здоровья индивидуума. За рубежом сходные системы получили название реестров общественного здоровья.

Современной трактовке *e-Health* в определенной степени больше соответствует ранее появившееся понятие «телездравоохранение» (*telehealth*), хотя в настоящее время более принятым является термин «электронное здравоохранение». Фактически речь идет о том, что в перспективе интегрированные медицинские системы (территориальные, проблемно-ориентированные, глобальные) в сочетании с системами для видеоконференций, обеспечивающими аудиовидеоконтакт, позволят реализовать интерактивную поддержку клинических и организационных решений в режиме реального времени. Одновременно медицинские работники получают доступ к справочно-информационным системам в сети Интернет.

Таким образом, электронное здравоохранение — это сочетание распределенных БД медицинской информации на основе персонифицированного подхода (т.е. жесткой «привязки» всей информации к конкретной персоне по фамилии и идентификатору в течение жизни) с возможностью дистанционных интерактивных консультаций врачей между собой и врачей, медицинских сестер и социальных работников с пациентами.

В развитых странах существует определенный опыт в области *e-Health*. Переход на *e-Health* в Германии привел к созданию национального проекта «Телематическая платформа здравоохранения», который основан на карте данных пациента, названной электронной картой здоровья (*healthcard*). В США после урагана Катрина при

организации медицинской помощи беженцам были использованы централизованные электронные истории лекарственных назначений, без чего возникли бы значительные проблемы с подбором медикаментов у хронических больных.

Медицинская телематика — это составной термин, означающий деятельность, услуги и системы, связанные с оказанием медицинской помощи на расстоянии посредством информационно-коммуникационных технологий и направленные на содействие развитию мирового здравоохранения, осуществление эпидемиологического надзора и предоставление медицинской помощи, а также обучение, управление и проведение научных исследований в области медицины (ВОЗ, 1997).

Опыт Великобритании в области электронного здравоохранения, включая различные аспекты телемедицины (см. гл. 4), основан на реструктурировании локальных телемедицинских услуг. Этот подход включает:

- 1) аккумуляцию персональных медицинских данных;
- 2) мониторинг пациентов в больницах и на дому, включая дистанционное оказание им психологической поддержки;
- 3) совершенствование оказания неотложной помощи;
- 4) совместную диагностику;
- 5) экспертизу рядом врачей (получение «второго мнения»);
- 6) коллективный анализ результатов исследований врачами разных учреждений;
- 7) централизованную архивацию рентгеновских и других медицинских изображений с возможностью их дистанционного просмотра;
- 8) ускорение обслуживания больных;
- 9) сокращение потребности в госпитализации и продолжительности пребывания в стационаре.

Следствием реализации предложенной технологии электронного здравоохранения является улучшение качества медико-социальной помощи, уменьшение числа смертельных случаев и понижение стоимости лечения больных. В настоящее время информатизация здравоохранения Великобритании достигла уровня, позволяющего в целях информационного обеспечения преемственности лечения создать национальный банк ЭИБ.

В России в проекте Уральского федерального округа по переходу к *e-Health* генеральная стратегия формирования и развития информационно-коммуникационных технологий в охране здоровья населения обозначена как переход от «точечно-лоскутной» информатизации к комплексной сквозной информатизации медицинских учреждений округа с выходом на телемедицину.

13.4. Возможности электронного здравоохранения

Рассматривая понятие «электронное здравоохранение» как систему оперативного доступа к персонифицированной информации корпоративных систем или распределенных БД с использованием телекоммуникационных каналов связи, следует иметь в виду, что эта перспектива должна определять сегодняшние действия при разработке программных продуктов в отношении их последующей интеграции.

На современном этапе термин «*e-Health*» также используется и в отношении широко распространяемых через Интернет услуг, связанных со здравоохранением, которые включают в себя обмен информацией, программы самопомощи и медицинские советы. Такую трактовку следует признать ошибочной, так как речь идет лишь о ряде направлений Интернет-медицины.

Единое пространство или поле медицинских данных обеспечивает:

- доступность лечащему врачу ЛПУ, в котором на данный момент обслуживается пациент, всей совокупности его медицинских данных независимо от места их нахождения;
- оперативный обмен данными о параллельно проводимом в различных ЛПУ лечении/реабилитации по поводу одного или разных заболеваний;
- возможность согласования рекомендаций по этапным мероприятиям лечебно-оздоровительного, реабилитационного и психолого-педагогического характера в реальном времени;
- анализ эффективности всего комплекса профилактических и лечебно-реабилитационных мероприятий;
- своевременное получение необходимых данных для принятия решений медико-социального плана (при условии информационного обмена со службами социального обеспечения населения).

Таким образом, единое информационное медицинское (медико-социальное) пространство — это новая технология наблюдения и лечения пациентов и взаимодействия медицинских и социальных служб.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение электронному здравоохранению.
2. Какие существуют примеры использования элементов электронного здравоохранения?
3. Что подразумевает персонцентрированный уход?
4. каким образом обеспечивается единое пространство медицинских данных?
5. Дайте понятие единому информационному пространству системы здравоохранения?
6. Какие вопросы необходимо решить для создания единого общероссийского информационного медицинского пространства?
7. Приведите примеры использования элементов электронного здравоохранения?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА В СИСТЕМЕ ОКАЗАНИЯ ПОМОЩИ НАСЕЛЕНИЮ

Система здравоохранения Российской Федерации представляет собой сложный динамический комплекс, управление которым наряду с Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации на территориальном и муниципальном уровне осуществляют соответствующие органы здравоохранения.

Внедрение информационно-компьютерных технологий в практическое здравоохранение обеспечивает:

- мониторинг состояния здоровья населения и системы оказания медицинской помощи;
- совершенствование наблюдения за разными группами населения в процессе общей диспансеризации и при профильных осмотрах отдельных контингентов;
- повышение преемственности наблюдения пациентов в различных медицинских учреждениях, в том числе на этапах оказания неотложной помощи;
- повышение эффективности диагностики при одновременном снижении экономических затрат за счет последующего целенаправленного дополнительного обследования больных;
- поддержку процесса принятия решений в вопросах диагностики и лечения с учетом факторов критического риска, что важно для снижения инвалидности и смертности;
- оценку объективных интегральных региональных и федеральных показателей здоровья в динамике;
- совершенствование анализа и учета в клинической медицине и, как следствие, повышение управляемости медицинской службой страны;
- оперативный контроль и принятие долговременных решений на разных уровнях системы здравоохранения на основе анализа информации, интегрируемой в информационных системах.

Первые шаги в области информатизации в России относятся к 1960-м гг. Однако до настоящего времени нижний (первичный) уровень информатизации, включающий применение программных продуктов при принятии медицинских решений, крайне невелик, исключая широко распространенные программно-аппаратные комплексы.

Отечественные автоматизированные системы для ЛПУ по основным реализованным функциям в основном сопоставимы между собой. Но их разработка осуществляется на различных платформах, что создает трудности при последующей интеграции в рамках многофункциональных медицинских учреждений.

На уровне субъектов Российской Федерации функционируют многочисленные информационные медицинские системы. В основном они опираются на данные медицинской статистики ниже лежащих уровней здравоохранения. В отдельных территориях ведутся персонифицированные регистры различных групп населения.

В системе ОМС поддерживаются реестры прикрепленного населения.

В последнее десятилетие бурно развиваются внутритерриториальные телемедицинские сети.

На федеральном уровне развиваются системы мониторинга (специализированные персонифицированные системы) различных контингентов населения.

Развитие системы охраны здоровья населения Российской Федерации на современном этапе нуждается в эффективной информационной поддержке. Такой подход отвечает положениям «Стратегии развития информационного общества в

Российской Федерации», утвержденной Президентом Российской Федерации 7 февраля 2008 г. № Пр-212.

Благодаря ИМС можно формировать целостную картину состояния здоровья пациента и проводить диагностические и лечебные мероприятия в едином цикле: выявление — неотложная помощь — лечение в стационаре — наблюдение лечащего врача — анализ тенденций на основе моделирования — прогноз состояния здоровья, включая риски возникновения заболеваний и осложнений при хронической патологии.

Однако при построении больших ИМС до сих пор не нашел широкого применения принцип системного подхода, следствием чего является функционирование большого числа самостоятельных, не связанных между собой, систем. В результате в терминологии корпоративных информационных систем состояние информатизации российского здравоохранения можно охарактеризовать как «лоскутное одеяло».

Существенным фактором, сдерживающим интегративные процессы в здравоохранении, является отсутствие нормативно-правовой базы для развития информационных и телемедицинских технологий.

Согласно концепции развития России до 2020 г. перед органами здравоохранения стоит важная задача — создание единого информационного медицинского пространства на основе перехода к системе электронного здравоохранения, включая телемедицинские технологии. Для решения этой всеобъемлющей задачи необходимы:

- 1) формирование информационной инфраструктуры в системе охраны здоровья населения, что невозможно без создания телекоммуникационных сетей, обеспечивающих подключение всех медицинских учреждений и органов управления;
- 2) развитие и интеграция информационных и телемедицинских технологий, разработка специального программного обеспечения;
- 3) создание нормативно-правовой базы, включая разработку и введение комплекса стандартов и классификаторов для обеспечения электронного документооборота в ИМС всех типов;
- 4) введение юридически значимого документооборота и системы информационной безопасности персональных данных (на основе электронной цифровой подписи и средств криптозащиты).

Единое информационное пространство системы здравоохранения рассматривается как интегрированная или распределенная база первичных статистических данных о состоянии здоровья, окружающей среды и комплексе учреждений, служб и ведомств, обеспечивающих охрану здоровья населения в рамках определенной территории. Единое информационное пространство медицинских данных — это метасистема, опирающаяся на компьютерные сети автономно функционирующих ИМС и интегрирующая данные о пациентах, наблюдающихся в различных учреждениях всех уровней, на основе построения распределенной базы персональных данных.

Соподчиненность ИМС и обеспечение возможности интеграции имеющихся и вновь создаваемых вертикальных и горизонтальных систем является обязательным условием перехода к единому информационному пространству.

Горизонтально-вертикальная интеграция для обеспечения оперативного обмена персональными данными подразумевает:

- создание систем мониторинга состояния здоровья населения, в том числе для использования этой информации в чрезвычайных ситуациях;
- применение электронного паспорта здоровья;
- полноценную организацию лечебно-диагностического процесса в течение жизни, в том числе с использованием средств телемедицины;
- реализацию системы оказания высокотехнологичных видов медицинской помощи;
- получение статистических данных в стандартной форме и по оперативным запросам с использованием генератора свободных форм;
- обеспечение преемственности на всех этапах догоспитального и стационарного обслуживания с управлением выбором уровня оказания медицинской помощи.

Модульное построение систем должно обеспечить достаточно простое расширение их функций при подключении новых подсистем.

Информационная безопасность является в настоящее время необходимой составляющей информационных медицинских систем персональных данных и обмена ими по открытым каналам связи.

Создание интегрированных информационных систем на всех уровнях з/о на основе совместимости информационных структур и сквозного проектирования (от сбора первичных данных до принятия организационно-управленческих решений), повышающих эффективность профилактической помощи и лечебно-диагностического процесса, позволит органично включить любую информационную систему в состав единого информационного пространства з/о и будет способствовать реализации основной функции охраны здоровья населения – увеличению продолжительности активной жизни.

При создании федеральных и региональных проектов должна предусматриваться разработка моделей деятельности и системы критериев их функционирования, что создает основу для научно обоснованного обеспечения функций управления:

- прогнозирования потребности ресурсов;
- перспективного и текущего планирования деятельности;
- учета и анализа качества работы и состояния помощи, включая многокритериальное ранжирование территорий и учреждений по эффективности их деятельности;
- выработки управляющих воздействий.

Переход к безбумажной технологии и реализация единого информационного медицинского пространства в масштабе отдельных регионов и России в целом соответствует стратегическим задачам развития з/о.

Компьютерные технологии должны служить инструментом для исследования тенденций в состоянии здоровья населения (при учете влияния социальных, наследственных, экологических и ресурсных факторов) и основой для принятия обоснованных управленческих решений.

Для единообразия в подходах к решению вопросов контроля медико-демографических процессов (рождаемость, распространенность хронической патологии, инвалидность, младенческая и общая смертность), мониторинга здоровья и медико-экологического мониторинга необходимо разрабатывать типовые информационные системы с обеспечением их информационной и программной совместимости.

В ЛПУ должны функционировать информационные системы, объединенные в сети сложной типологии. Это позволит отказаться от дублирования информации и обеспечит современный обмен данными и истинную преемственность в работе учреждений при оказании специализированной помощи.

Автоматизированные системы комплексных диспансерных осмотров должны предусматривать дифференциацию контингентов на группы с различным уровнем здоровья, обеспечить выявление скрытой патологии и оценку динамики изменений при осуществлении лечебно-оздоровительных и реабилитационных мероприятий.

Информационные системы на всех уровнях оказания лечебно-профилактической помощи населению, начиная с рождения, должны включать функционально и технологически связанные компьютерные системы.

Автоматизированные системы поддержки принятия решений и программно-аппаратные комплексы должны встраиваться в состав информационных систем. Для повышения их эффективности необходимо шире использовать методы искусственного интеллекта.

Информация БД, включая персонифицированные, должна передаваться с нижних уровней на верхние в необходимом (усеченном) объеме.

На уровне первичных медицинских пользователей должны функционировать проблемно-ориентированные системы, являющиеся АРМ.

Таким образом, современные информационно-коммуникационные технологии предоставляют возможность реализации дифференцированного подхода к оценке уровня здоровья в целях ранней профилактики хронических заболеваний у детей, подростков и взрослых на основе оценки комплексного влияния наследственного предрасположения и многообразных факторов внешней среды, способствующих его реализации в течение жизни. Компьютерный мониторинг состояния пациентов позволит оценивать уровень как индивидуального, так и общественного или популяционного здоровья населения.

Медицинская информатика как наука является основой для разработки многообразных прикладных средств в области охраны здоровья, которые обеспечивают повышение качества жизни населения. Наблюдающийся в настоящее время качественный скачок в развитии медицинской информатики позволяет утверждать, что ее роль будет постоянно возрастать.

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

Автоматизированные рабочие места медицинских работников — комплексы, обеспечивающие ведение базы данных, обработку информации и поддержку процессов принятия решений в определенной предметной области.

База данных — объективная форма представления и организации совокупности данных, систематизированных таким образом, чтобы эти данные могли быть найдены и обработаны с помощью ЭВМ.

База знаний — совокупность знаний предметной области, записанная на машинный носитель в форме, понятной пользователю и эксперту, которая является ядром экспертной или интеллектуальной системы.

Банк данных — совокупность баз данных, а также программные, языковые и другие средства, предназначенные для централизованного накопления данных и их использования с помощью электронных вычислительных машин.

Бизнес-процесс (*business process*) — система последовательных целенаправленных и регламентированных действий в целях оптимизации деятельности.

Генеральная совокупность — набор данных, описывающих нечто всеобъемлющее.

Географическая информационная (геоинформационная) система — система визуального представления географически или координатно «привязанной» проблемно-ориентированной информации.

Доказательная медицина (*evidence-based medicine*) — медицина, основанная на фактах и доказательствах.

Единая федеральная информационная медицинская система — своего рода виртуальная система, представляющая собой комплекс федеральных ИМС разного направления (клинического, лекарственного, социально-гигиенического, экологического, организационного, финансово-экономического, кадрового, материально-технического), подчиненных различным ведомствам и фондам, но обменивающимися необходимой информацией (или обеспечивающих санкционированный доступ к необходимым данным) на основе согласованных протоколов.

Единое информационное пространство медицинских данных — система, опирающаяся на компьютерные сети автономно функционирующих ИМС и интегрирующая данные о пациентах, наблюдающихся в различных учреждениях всех уровней (на основе построения распределенной базы персональных данных).

Единое информационное пространство системы здравоохранения — обобщенная или распределенная база первичных статистических данных о состоянии здоровья людей, окружающей среды и комплекс учреждений, служб и ведомств, обеспечивающих охрану здоровья населения в рамках определенной территории.

Медико-технологические системы — системы, обеспечивающие обработку и анализ информации, представленной в электронной форме, для поддержки принятия решений и информационной поддержки медицинских технологических процессов.

Медицинская кибернетика — наука об управлении в сложных динамических медицинских системах.

Медицинский технологический процесс — оздоровительно-профилактический или лечебно-диагностический процесс управления организмом (изменением структуры и функций), который реализуется в пространстве и времени с целью улучшения его состояния.

Модель — создаваемое человеком подобие изучаемого объекта.

Мониторинг здоровья населения — система оперативного слежения за состоянием здоровья населения и его изменением, представляющая собой постоянно совершенствующийся механизм получения разноуровневой информации для углубленной оценки и прогноза здоровья населения за различные временные интервалы.

Общее информационное медицинское пространство — совокупность информации (данных), находящейся в различных БД, в том числе разных территорий или ведомств, получение которой возможно при направлении официального запроса.

Общее медико-статистическое пространство — интеграция «свернутых» (статистических) данных, накапливаемых в системах обработки информации разных уровней.

Региональные и глобальные сети — интегрированные локальные сети определенной территории, обеспечивающие функционирование информационных систем определенной направленности (территориальное здравоохранение, онкологическая служба и т.д.).

Регистры (специализированные ИТС) служб и направлений медицины — системы поддержки электронного документооборота персональных данных в проблемно-ориентированных областях медицинской деятельности, включающие аналитические и управленческие функции.

Реинжиниринг — переосмысление и перепроектирование так называемых бизнес-процессов (*business process reengineering*).

Система — совокупность взаимозависимых и взаимообусловленных элементов, обладающая свойствами, не присущими каждому элементу в отдельности.

Система управления базами данных — программное обеспечение, предназначенное для работы с БД: их определения (структура таблиц параметров и их отношений), создания, поддержки, осуществления контролируемого доступа.

Специфичность — доля пациентов с диагностированным заболеванием среди пациентов без данного заболевания в обучающей выборке, т.е. отношение числа истинно отрицательных результатов к общему числу случаев с отсутствием заболевания.

Структура — пространственное отношение элементов между собой.

Телематика медицинская — составной термин, означающий деятельность, услуги и системы, связанные с оказанием медицинской помощи на расстоянии посредством информационно-коммуникационных технологий, направленные на содействие развитию мирового здравоохранения, осуществление эпидемиологического надзора

и предоставление медицинской помощи, а также обучение, управление и проведение научных исследований в области медицины (ВОЗ, 1997).

Телемедицина — метод предоставления услуг по медицинскому обслуживанию там, где расстояние является критическим фактором.

Территориальная информационная медицинская система — интегрированная система сбора, обработки, передачи и хранения данных о состоянии здоровья населения, окружающей среды, материально-технической базе и экономических аспектах функционирования службы здравоохранения региона.

Федеральная информационная медицинская система здравоохранения — интегрированная система сбора, обработки и хранения данных о состоянии здоровья населения, окружающей природной среды, материально-технической базы и об экономических аспектах функционирования отрасли здравоохранения страны.

Федеральная информационная система мониторинга состояния здоровья — комплекс проблемно-ориентированных иерархических ИМС, включающих регулярно обновляемые персонифицированные базы медицинских (медико-социальных) данных по месту первичного наблюдения пациентов, на региональном и на федеральном уровнях, обеспечивающих сбор, передачу, хранение и полипараметрический анализ данных для многокритериальной оценки динамики изменений в различных группах населения.

Функции — энергетические связи между элементами, в результате которых получается та выходная функция, которой обладает система.

Чувствительность — доля пациентов с диагностированным заболеванием среди всех пациентов с данным заболеванием в обучающей выборке, т.е. отношение числа истинно положительных результатов к числу случаев с наличием заболевания.

Экспертная система — система, оперирующая с формализованными знаниями врачей-специалистов и имитирующая логику человеческого мышления, основанную на знаниях и опыте экспертов с целью выработки рекомендаций или решения проблем.

Электронная история болезни — информационная система, обеспечивающая автоматизацию ведения и формирования медицинской документации, оперативный обмен между участниками лечебно-диагностического процесса и поддержку их деятельности.

Электронное здравоохранение — система, направленная на решение всего спектра задач охраны здоровья населения, реализуемая на основе всеобъемлющего электронного документооборота (обязательно включающего персональные медицинские данные), обеспечивающего оперативный доступ ко всей информации, возможность ее совместного дистанционного анализа врачами и контактов врачей с пациентами на основе телемедицинских технологий.

Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) — стандарт на цифровые изображения с различных приборов для лучевой диагностики (растровые медицинские изображения) и обмен ими.

Health Level Seven (HL7) — группа стандартов единых правил обмена медицинской информацией в различных областях здравоохранения.

Logical observation identifier names and codes (LOINC) — номенклатура лабораторных и клинических исследований.

Read Clinical codes (RCO) — система клинических терминов Рида.

SNOMED International — международная систематизированная номенклатура медицинских терминов.

Web-сайт — совокупность web-страниц с повторяющимся дизайном, объединенных навигационно по смыслу и физически находящихся на одном web-сервере.

Web-сервер — специализированный компьютер, обеспечивающий хранение и доступ из внешней сети к данным, организованным в виде страниц.

Web-страница — документ, снабженный уникальным адресом, реализованный в виде гипертекста с включением текста, графики, звука, видео или анимации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гасников В. К. Основы научного управления и информатизации в здравоохранении : учеб. пособие/В.К.Гасников ; под ред. В.Н.Савельева, В.Ф.Мартыненко. — Ижевск, 1997.

Гаспарян С. Л. Медико-социальный мониторинг в управлении здравоохранением/С. А. Гаспарян. — М., 2007.

Гаспарян С. А. Страницы истории информатизации здравоохранения России/С.А.Гаспарян, Е.С.Пашкина. — М., 2002.

Гельман В.Я. Медицинская информатика: практикум/В.Я.Гельман. — СПб., 2001.

Григорьев А. И. Клиническая телемедицина/А. И. Григорьев, О. И. Орлов, В.А.Логинов. — М., 2001.

Джексон П. Введение в экспертные системы : учеб. пособие : пер. с англ./П.Джексон. - М., СПб., Киев, 2001.

Зарубина Т. В. Управление состоянием больных перитонитом с использованием новых информационных технологий/Т.В.Зарубина, С.А.Гаспарян. — М., 1999.

- Информационные технологии и общество — 2006: материалы форума/под ред. Т.В.Зарубиной. — М., 2007.
- Капустинская В. И. Автоматизация подготовки документов с использованием программной системы *MS WORD*. В 2 ч. Ч. 1. Средства автоматизации при наборе, редактировании, форматировании текста: метод, пособие (практикум)/В. И. Капустинская. — М., 2005.
- Кобринский Б. А. Континуум переходных состояний организма и мониторинг динамики здоровья детей/Б. А. Кобринский. — М., 2000.
- Кобринский Б. А. Телемедицина в системе практического здравоохранения/Б. А. Кобринский. — М., 2002.
- Кренке Д. Теория и практика построения баз данных/Д.Кренке. — СПб., 2005.
- Кудрина В. Г. Медицинская информатика/В.Г.Кудрина. — М., 1999.
- Миронов С. Я. Практические вопросы телемедицины/С. П. Миронов, Р. А. Эльчиан, И. В. Емелин. - М., 2002.
- Назаренко Г. И. Медицинские информационные системы: теория и практика/Г.И.Назаренко, Я.И.Гулиев, Д.Е.Ермаков; под ред. Г.И.Назаренко, Г С.Осипова. — М., 2005.
- Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ *Statistica* / О. Ю. Реброва. — М., 2002.
- Тюрин Ю. Н. Анализ данных на компьютере / Ю.Н.Тюрин, А.А. Макаров. — М., 1995.
- Устинов Л. Г. Автоматизированные медико-технологические системы. В 3 ч./А.Г.Устинов, Е.А.Ситарчук, Н.А.Кореневский ; под ред. А.Г.Устинова. — Курск, 1995.
- Флетчер З. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины/З.Флетчер, С.Флетчер, Э.Вагнер. — М., 1998.
- Шифрин М.А. Создание единой информационной среды здравоохранения — миссия медицинской информатики//Врач и информационные технологии. — 2004. — № 1. — С. 18 — 21.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Список сокращений	5
Введение	7

ГЛАВА 1. МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА КАК НАУКА

Исторический обзор	9
Основные понятия медицинской информатики	13
Место медицинской информатики в здравоохранении	16

ГЛАВА 2. СТАНДАРТНЫЕ ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАТИКИ

Применение текстового редактора в медицинских задачах	21
Применение электронных таблиц при работе с медицинскими данными	22
Возможности систем управления базами данных при построении информационных систем	22

ГЛАВА 3. КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Программные средства математической статистики	27
Особенности медицинских данных	28
Подготовка, предварительный анализ информации и выбор методов обработки данных	31
Использование методов математической статистики для анализа данных	35
Интерпретация и представление полученных результатов	39

ГЛАВА 4. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ И ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Понятие телемедицины	41
Этапы становления российской телемедицины	43
Телеконсультирование, теленаблюдение и телепомощь	43
Специализированные рабочие места	109
Автоматизированные рабочие места и современные информационно-компьютерные технологии	114

ГЛАВА 9 ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Построение и основные функции информационно-технологических систем	115
Поддержка процесса обследования и лечения в информационно-технологических системах	116
Информационно-технологические системы диспансерного наблюдения	117
Электронная история болезни	120
Информационно-технологические системы отделений лечебных учреждений	122
Регистры (специализированные информационно-технологические системы)	124
Права доступа к информации и конфиденциальность медицинских данных	129

ГЛАВА 10 АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Концепции разработки информационных систем лечебных учреждений	132
Функциональное назначение учрежденческих систем	134
Общие принципы построения автоматизированных информационных систем ЛПУ	135
Уровни автоматизации современных лечебно-профилактических учреждений	136
Технологические решения	139

ГЛАВА 11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО УРОВНЯ

Структура и функции медицинских информационных систем территориального уровня	144
Информационно-аналитические и геоинформационные системы в поддержке принятия управленческих решений	150
Информационно-аналитические системы	150
Географические информационные системы	151

ГЛАВА 12. СИСТЕМЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО УРОВНЯ И МОНИТОРИНГА ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Цели и задачи информационных медицинских систем федерального уровня	155
Принципы и место компьютерного мониторинга здоровья населения в общей системе здравоохранения	157
Федеральные системы мониторинга состояния здоровья	160
Интеграция информационных систем различных служб и уровней оказания медико-социальной помощи	162

ГЛАВА 13. ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА К ЭЛЕКТРОННОМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

Понятие электронного здравоохранения	165
Принципы построения единого информационного пространства	166
Подходы и первый опыт электронного здравоохранения	169
Возможности электронного здравоохранения	171
Заключение: медицинская информатика в системе оказания помощи населению	173
Терминологический словарь	178
Список литературы	