

МИНИСТЕРСТВО ПО РАЗВИТИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ИМЕНИ МУХАММАДА АЛ-ХОРАЗМИЙ

М.М.МУСАЕВ, Ф.А.РАХМАТОВ, К.Э.ШУКУРОВ

Информационные технологии в здравоохранении

Учебное пособие

Ташкент-2018

УДК 61.002.53

М.М.Мусаев, Ф.А.Рахматов, К.Э.Шукуров. Информационные технологии в здравоохранении: Учебное пособие. ТУИТ. – Ташкент: Изд-во _____, 2018.– 128 с.

В учебном пособии рассматриваются вопросы применения информационных технологий в системе здравоохранения, проблемы компьютеризации медицинских исследований, классификации медицинских аппаратно-программных комплексов, рассмотрены автоматизированные процессы мониторинга состояния пациента, проблемы управления лечебным процессом, проблемы клинической лабораторной диагностики, биотехнические системы замещения органов и измерительная аппаратура диагностических систем. Рассмотрены также способы организации автоматизированных рабочих мест врача-исследователя, системы поддержки принятия решений, искусственного интеллекта и телемедицины. Большое внимание уделено проектированию медицинских информационных систем.

Пособие предназначено для магистров 5А330501- «Компьютерный инжиниринг («Проектирование компьютерных систем», «Проектирование прикладных программных средств», «Информационные и мультимедийные технологии», «Информационная безопасность, криптография и криптоанализ»).

Рекомендовано Учебно-методическим советом ТУИТ в качестве учебного пособия для бакалавров и магистров соответствующих специальностей.

Рецензенты: Профессор кафедры «Системы обработки информации и управления» ТГТУ имени Ислама Каримова, д.т.н., проф. Ю.Г.Шипулин;

Заведующий кафедрой «Информационные технологии» ТУИТ имени Мухамада ал-Хоразмий, д.т.н., проф. Х.Н.Зайнидинов.

© ТУИТ, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ	6
1.1. Проблемы компьютеризации медицинских исследований	6
1.2. Задачи, которые решают медицинские системы	8
1.3. Классификация медицинских аппаратно-программных комплексов.....	13
ГЛАВА 2. СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ	15
2.1. Особенности функциональной диагностики	15
2.2. Компьютерные системы функциональной диагностики	18
2.3. Процессы мониторинга состояния пациента	22
2.4. Проблемы управления лечебным процессом	26
2.5. Клиническая лабораторная диагностика.....	28
2.6. Биотехнические системы замещения органов.....	29
ГЛАВА 3. АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ	34
3.1. Измерительная аппаратура диагностических систем	34
3.2. Автоматизированное рабочее место врача-исследователя	43
3.3. Системы поддержки принятия решений	54
3.4. Системы искусственного интеллекта	58
ГЛАВА 4. СОВРЕМЕННЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ	68
4.1. Медицинские информационные системы	68
4.2. Госпитальные информационные системы	74
4.3. Применение информационно-коммуникационных технологий в здравоохранении	78
4.4. Системы телемедицины	84
4.5. Примеры применения медицинских компьютерных систем	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	103
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ (GLOSSARIY)	103
ЛИТЕРАТУРА	105
ПРИЛОЖЕНИЯ	109

ВВЕДЕНИЕ

Медицинские информационные технологии включают в себя средства воздействия на организм внешними информационными факторами, описание способов и методов их применения и процесс обучения навыкам практической деятельности. Соответственно дальнейшее развитие этих технологий требует рассмотрения и решения следующих практических вопросов. На первом месте стоит насущный вопрос о необходимости широкого внедрения в клиническую практику апробированных средств и методов информационного воздействия, отвечающих таким требованиям, как безопасность и простота их использования, высокая терапевтическая эффективность их применения.

Следующим актуальным вопросом является стимулирование и поощрение разработки и создания новых средств и методов воздействия на организм человека, соответствующих принципам и постулатам информационной медицины. Дальнейшее развитие и совершенствование данной области медицины связано с оптимизацией средств и методов обратной биологической связи при информационном воздействии, адекватных изменениям в организме в соответствии с принципами и постулатами информационной медицины.

Один из главных путей решения ряда медицинских, социальных и экономических проблем в настоящее время представляет информатизация работы медицинского персонала. К этим проблемам относится поиск действенных инструментов, способных обеспечить повышение трех важнейших показателей здравоохранения: качества лечения, уровня безопасности пациентов, экономической эффективности медицинской помощи. Базовым звеном информатизации является использование в больницах современных клинических информационных систем, снабженных механизмами поддержки принятия решений. Однако эти системы не получили широкого распространения, так как пока не разработаны научные и методологические подходы к созданию клинических информационных систем.

Данное учебное пособие направлено на изучение содержания предмета, поможет войти в круг проблемы компьютеризации медицинских исследований, уяснить, какую роль она играет в жизни современного человека.

Дисциплина основывается на знаниях, полученных при изучении: языка программирования С++, системного программного обеспечения, операционных систем, архитектура компьютерных систем, компьютерных сети. Знания и навыки, полученные в процессе изучения информационных технологий в здравоохранении, могут использоваться в других дисциплинах, где необходимо решение задач цифровой обработки медицинской информации.

В результате обучения по дисциплине «Информационные технологии в здравоохранении» студенты должны достигнуть следующих уровней подготовленности:

1. Иметь представление:

- о направлениях развития медицинских информационных технологий;
- об основных алгоритмах обработки биомедицинской информации;
- о компьютерных системах, применяемых в медицине.

2. Знать:

- программное и аппаратное обеспечение медицинских систем;
- инструментальные средства разработки программ;
- основные этапы создания и организации медицинских систем;
- аппаратно-программные реализации медицинских систем обработки информации.

3. Уметь:

- использовать компьютерные технологии для обработки биомедицинской информации;
- использовать вычислительные методы для обработки биомедицинских сигналов;
- использовать диалоговые интерфейсы и инструментальные средства;
- использовать сетевые технологии для организации медицинских систем.

ГЛАВА 1. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

1.1. Проблемы компьютеризации медицинских исследований

Одним из прогрессивных направлений информатизации является компьютеризация в области медицины. Использование компьютера в сочетании с измерительной и управляющей техникой в медицинской практике позволило создать новые эффективные средства для обеспечения автоматизированного сбора информации о состоянии больного, ее обработки в реальном масштабе времени. Мощным современным направлением компьютеризации медицины стали новые высокотехнологичные методы диагностики, такие как компьютерная и магнитно-резонансная томография, дистанционный мониторинг за состоянием больного в лечебном учреждении и на дому. Широко применяются цифровые методы при скрининге: цифровая флюорография для выявления туберкулеза легких, цифровая маммография с целью обнаружения возможного рака молочных желез.

Информационные процессы в медицине и здравоохранении рассматривает медицинская информатика. Это прикладная наука, занимающаяся исследованием процессов получения, передачи, обработки, хранения, распространения и визуализации информации в медицине и здравоохранении. Ее предметом являются информационные процессы, сопряженные с медико-биологическими, клиническими, реабилитационными и профилактическими проблемами, а объектом изучения являются информационные технологии на базе компьютерных средств.

Медицинская информатика признана как самостоятельная область исследований, имеющая свой предмет изучения и имеющая свое место в ряду других медицинских дисциплин. При этом она основана на методах исследования общей информатики.

Основной целью медицинской информатики является оптимизация информационных процессов в медицине и здравоохранении за счет применения компьютерных технологий. Основными задачами медицинской информатики являются:

- анализ и исследование процессов измерения, хранения и обработки информации;
- разработка новых медицинских технологий;

- решение проблем создания и внедрения вычислительной техники в медицинские системы исследований;

- создание математических методов анализа медицинских данных на основе экспертных систем и теории принятия решений.

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

- медицинская информация и медицинские данные;

- системы компьютерного представления медицинских данных;

- аппаратное обеспечение медицинских исследований;

- программное обеспечение медицинских компьютерных систем;

- коммуникация в системах здравоохранения;

- пользовательский интерфейс для врачебного персонала.

Историческая справка. В сравнительно короткое время прогресс обогатил практическую медицину новыми методами диагностики, системами лечения, моделирования лечебных процессов, прогнозирования развития болезней. Каждое новое открытие в физике или технике неизбежно находило воплощение в медицине. Примером может служить открытие Рентгена и его внедрение во врачебную практику. С момента открытия рентгеновских лучей рентгеновские аппараты стали большим подспорьем в распознавании многих заболеваний. Открытие оптико-волоконных средств в 50-е годы привело к появлению эндоскопов - инвазивных визуальных методов исследования внутренних полых органов, а соединение эндоскопов с микропроцессорами в начале 80-х годов создало видеоинформационные системы – видеоэндоскопы с высокой разрешающей способностью и хранением информации на внешних носителях. Создание компьютерной томографии и ультразвуковых методов исследования (УЗИ) открыли новую эру в диагностике, признав их стандартом в лечении большого количества различных болезней. Параллельно с изобретением и усовершенствованием томографов, начиная с 60-х годов, отмечался прогресс в ультразвуковых визуальных методах исследования. Цифровые аппараты УЗИ сегодня позволяют просматривать одновременно несколько двухмерных срезов, полученных при трехмерном сканировании.

В лабораторные методы исследования информационные технологии начали внедряться в автоматах для биохимических, гематологических, иммунохимических, молекулярно-биологических исследований.. Анализы данных микробиологических и вирусологических исследований, анализы клеток и тканей человека стали проводить электронные автоматы и приборы на базе вычислительной техники и специального программного обеспечения, описывая и расширяя диапазон экспресс-анализов. Таким образом, с помощью современной аппаратуры медицина получила возможность исследовать все органы человека, причем большинство методов являются неинвазивными, т.е., исключая введение в организм человека инструментов или контрастных веществ. Исследования становятся комфортными, необременительными для больного. Они не сопровождаются болевыми ощущениями и осложнениями при обследованиях.

1.2. Задачи, которые решают медицинские системы

Обычно в одной медицинской системе (МС) можно выявить несколько решаемых задач. Однако в большинстве случаев можно установить одну основную (конечную) задачу.

Статистическая обработка данных используется почти в каждой МС, однако, она чаще всего не является конечной целью, а лишь служит одним из этапов обработки информации. Статистическая обработка – конечная цель для систем обработки данных, используемых в научных исследованиях, массовых профилактических обследованиях, для первичной обработки диагностической информации.

Информация медицинского персонала как конечная цель характерна для медицинских информационных систем. Под информационной целью понимается сбор, первичная обработка, сжатие информации, ее упорядочение, хранение и выдача потребителю в нужном виде. Медицинские информационно-справочные системы могут хранить компьютерные истории болезни, разнообразные сведения библиографического характера, справочные материалы, результаты ведущихся и выполненных научных исследований (клинических или экспериментальных), различную информацию административно-управленческого

характера, материалы для годовых, месячных и других отчетов, сводок.

Медицинское распознавание, т. е. отнесение патологических состояний, процессов или биологических объектов к одному из классов, является наиболее часто встречающейся задачей в разрабатываемых и эксплуатируемых медицинских системах. Вариантами медицинского распознавания являются клиническая диагностика, прогнозирование течения процесса, идентификация каких-либо веществ или микроорганизмов, скрининг, т. е. выделение больных или лиц с повышенным риском заболевания при массовых профилактических осмотрах, отбор или выделение какой-либо части популяции в соответствии с заданными критериями.

Частными задачами, которые могут быть отнесены к этапам решения задач медицинского распознавания, являются: оценка информативности признаков и отбор наиболее информативных из них, разработка или выбор алгоритмов распознавания, создание "диагностических нормативов" в виде таблиц, содержащих данные о вероятностях симптомов и априорных вероятностях болезней.

Контроль состояния организма является вариантом медицинского распознавания. Речь идет о текущей оценке состояния, например, в послеоперационном периоде, при лечении ишемической болезни сердца, при тяжелых травмах и угрожающих состояниях другого происхождения, при беременности и родах. Чаще всего эти модели используются в системах, предназначенных для непрерывной обработки с помощью компьютеров электрокардиограмм, электроэнцефалограмм, кривых дыхания, пульса, артериального давления.

Наиболее частой целью обработки информации при контроле состояния пациента является быстрое распознавание небольшого числа состояний, например нормального и ненормального с подачей сигнала тревоги, вызовом дежурного персонала, автоматическим включением регистрации данных или проведением неотложных мероприятий.

Сравнение с физиологической нормой необходимо при массовых профилактических осмотрах для выявления факторов риска тех или иных заболеваний, уровня заболеваемости и инвалидности, для оценки типа индивидуального развития у детей, для физиологической и гигиенической оценки коллективов. Часто в

этих случаях речь идет о моделях, описывающих границу между нормой и патологией и помогающих определить вероятность перехода этой границы. Например, при массовых профилактических осмотрах выделяют группу "повышенного риска", скажем риска кардиологического заболевания. В этой группе вероятность заболевания существенно выше этой вероятности среди остальных обследованных. Люди, попавшие в такую группу, подлежат дальнейшему углубленному осмотру и наблюдению.

Обеспечение лечебного процесса. Это, по существу, большая группа довольно разнородных по своим задачам моделей, предназначенных для простого расчета лечебных дозировок и рецептов, например, при инфузионной терапии; для определения оптимальной лечебной тактики, например, на основе теории игр и статистических решений, методов оптимизации; для контроля процесса лечения – введения лекарств, работы лечебного оборудования; для автоматизации самого процесса лечения, например, применения биоуправляемых дозаторов лекарств, управления протезами органов и физиологическими функциями; поддержания сердечного ритма, регулирования массы циркулирующей крови, управления аппаратами искусственного кровообращения, дыхания, автоматического наркоза.

Управление здравоохранением (медицинским обслуживанием). В административно-управленческих моделях речь идет об автоматизации таких процессов, как учет, отчетность, экономическое планирование, распределение ресурсов (людских, материальных), управление медицинскими запасами, аптечным снабжением, лабораторным обслуживанием, потоками документов, хранением и выдачей административной медицинской информации.

Для реализации этих задач предназначены системы планирования, контроля, оценки работы медицинских подразделений, учреждений, управления медицинскими коллективами. В последнее время такие системы получили название офисных медицинских систем. К этому классу будем относить системы, обеспечивающие информационную поддержку функционирования лечебного учреждения (ЛУ).

Таким образом, офисные медицинские системы обеспечивают:

- составление графиков работы врачей; планирование и учет использования помещений и оборудования; составление отчетов об использовании врачом рабочего времени;

- ведение историй болезни;

- учет больных; учет лекарственных препаратов; бухгалтерский учет; выписку счетов к оплате; учет инвентаря; учет расходов;

- контроль возможных выплат; проверку утилизации.

Обучение медицинского персонала и больных. Первых – процессам диагностики, выполнения медицинских манипуляций, планирования и организации лечения, управлению здравоохранением, вторых – новым навыкам, необходимым для восполнения утраченных функций.

Многоцелевые системы. Они обычно позволяют решать задачи статистической обработки, информации персонала, распознавания, планирования лечения и управления здравоохранением.

Управление системами медицинских приборов и аппаратов. Интенсивное развитие медицинского приборостроения привело к созданию компьютерных систем для лабораторных исследований. К ним относятся лабораторные системы микробиологии, радиологии, рентгенографии, компьютерной томографии, ультразвукового исследования.

Системы для лабораторных исследований выполняют следующие функции:

- ввод и хранение информации о микробиологических, бактериологических, иммунологических исследованиях;

- выдачу результатов обследования пациентов.

К недостаткам систем для лабораторных исследований относятся их практически полная автономность и отсутствие интерфейса с офисными системами, в частности с ведущими историй болезни, а также отсутствие взаимодействия с базами данных, с диагностическими системами; отсутствие средств интерпретации результатов лабораторных исследований.

Диагностика и принятие решений. С момента появления первых работ, посвященных компьютерным методам диагностики и принятия медицинских решений, предложено большое число математических моделей в разных областях медицины, причем

многие из них были проверены на практике и показали достаточно высокую эффективность.

Среди них следует отметить следующие, наиболее широко применимые.

1) Численные модели, основанные на теореме Байеса, отношении правдоподобия, методах дискриминантного, кластерного, факторного анализа, теории решений, алгоритмах модельных нейронных сетей;

2) Логические модели, использующие булеву логику для выражения функциональных взаимосвязей и отношений между симптомами, проявлениями заболеваний и самими заболеваниями.

Используются также возможности выражения медицинских знаний в терминах логики предикатов, многозначной и модальной логики. В последние 10 – 15 лет для решения задач диагностики и систем принятия решений в медицине широко привлекаются методы искусственного интеллекта. Их компьютерная реализация осуществляется в виде экспертных систем (ЭС).

Медицина относится к числу тех областей деятельности, где применение ЭС может дать существенный эффект. Большие диагностические и лечебные возможности экспертных систем связаны с тем, что их базы знаний могут включать знания большого числа специалистов о возможных диагностических признаках того или иного заболевания, видах его проявления, ходе его протекания, о взаимосвязях с факторами смежных областей; учитывать особенности конкретных пациентов, поддерживать принятие решений в критических точках лечебного процесса. В итоге ЭС могут накапливать большой объем сведений о заболеваниях и их формах, превышающий знания одного человека (или одной школы). Эти свойства экспертных систем делают их эффективным диагностическим средством, гарантирующим учет всех диагностических признаков и анализ влияния всех факторов, что практически исключает ошибки при построении диагноза.

Примеры таких систем приведены далее в книге.

Выше были рассмотрены задачи, которые решают медицинские компьютерные системы. Далее будут рассмотрены средства, с помощью которых решаются эти проблемы и медицинские компьютерные системы, с помощью которых они реализуются.

1.3. Классификация медицинских аппаратно-программных комплексов

Медицинские приборно-компьютерные системы или, по другому, аппаратно-программные комплексы (АПК) стали качественно изменять уровень результатов анализов любой клинической лаборатории. Среди АПК особое место занимает компьютерный мониторинг - аппаратные комплексы, предназначенные для наблюдения за параметрами работы какого-нибудь одного органа или группы органов.

АПК подняли на новый качественный уровень инструментальные методы исследования и интенсивную терапию. Они относятся к медицинским информационным системам базового уровня. Основное отличие систем этого класса – работа в условиях непосредственного контакта с объектом исследования и в реальном режиме времени. Они представляют собой сложные измерительно-вычислительные системы, где кроме компьютерной техники, необходимы специальные медицинские приборы, оборудование, средства визуализации и связи. АПК по функциональным возможностям подразделяются на:

- специализированные,
- многофункциональные,
- комплексные.

Специализированные (однофункциональные) системы предназначены для проведения исследований одного вида (например, электрокардиографических).

Многофункциональные системы позволяют проводить исследования нескольких видов (например, электрокардиографические и электроэнцефалографические).

Комплексные системы обеспечивают комплексную автоматизацию важной медицинской задачи. Например, мониторинговая система для автоматизации палаты интенсивного наблюдения, позволяющая отслеживать важнейшие физиологические параметры пациентов, а также контролировать функционирование аппаратов искусственной вентиляции легких.

В настоящее время АПК используются в различных медицинских областях: кардиологии, хирургии, терапии, гастроэнтерологии, онкологии, педиатрии и других направлениях,

т.е., там, где нужны современные методы диагностики и мониторинга.

По назначению АПК могут быть разделены на ряд классов. К ним относятся:

- системы для проведения функциональных исследований;
- системы мониторинга состояния пациента;
- системы управления лечебным процессом;
- системы лабораторной диагностики;
- биотехнические системы замены жизненно важных системы для научных медико-биологических исследований.

С помощью таких систем осуществляются:

- исследования системы кровообращения;
- исследования органов дыхания;
- исследования головного мозга и нервной системы;
- исследования органов чувств (зрение, слух);
- рентгенологические исследования (в том числе компьютерная томография);
- магниторезонансная томография;
- ультразвуковая диагностика;
- радионуклидные исследования;
- тепловизионные исследования.

Контрольные вопросы

1. Что включает понятие «медицинская информатика»?
2. Назовите основные задачи медицинской информатики.
3. Каковы разделы образовательного процесса в медицине?
4. В чем задачи статистической обработки?
5. В чем проблемы медицинского распознавания?
6. Какой пациент может быть отнесен к группе «повышенного риска»?
7. Каковы проблемы обеспечения лечебного процесса?
8. Назовите основные задачи медицинского обслуживания.
9. Каковы функции офисных медицинских систем?
10. В чем суть процесса диагностики и принятия решения?
11. Чем различаются АПК по функциональным возможностям?
12. Назовите классы АПК и их задачи исследования.

ГЛАВА 2. СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ

2.1. Особенности функциональной диагностики

Функциональная диагностика – это важный раздел современной медицины. Данные, полученные с помощью функциональной диагностики, органично дополняют результаты исследований по выявлению соматических патологий.

Самые распространенные методы – это ЭКГ (электрокардиография), спирография (исследование функции внешнего дыхания), суточное мониторирование ЭКГ и артериального давления, ЭЭГ (электроэнцефалография), а также нагрузочные тесты. Существуют более сложные исследования, которые позволяют оценить дыхательную функцию, работу головного мозга, кровообращение, состояние нервной системы, сердца.

Как понятно из названия, задача функциональной диагностики – обнаружить различные нарушения в работе, а не в состоянии органов и систем. К этому разделу диагностической медицины прибегают довольно часто: при сложностях с постановкой диагноза, при наличии хронического или затяжного заболевания, а также для составления индивидуального прогноза течения болезни. А такие исследования, как ЭКГ или ЭЭГ, хотя бы раз проходили практически все – ЭКГ — при скрининговом обследовании или во время диспансеризации, а ЭЭГ — на водительской комиссии.

Врачи точно знают, что все системы и органы связаны между собой. Например, изменение функционального состояния нервной системы влечет за собой самые разные симптомы. Зачастую без правильного обследования невозможно поставить точный диагноз.

Функциональная диагностика занимается диагностикой заболеваний органов и систем органов и оценкой их функциональных возможностей с помощью инструментальных методов исследования. Особенную важность функциональная диагностика приобретает в случае неэффективного лечения при хронической болезни или при отсутствии видимых соматических патологий одновременно с сохраняющимися жалобами пациента. Современные методы позволяют выяснить, как системы и органы справляются с нагрузкой. Оценка функционального состояния

сердечно-сосудистой, нервной и дыхательной системы – вот основные задачи обследований.

Крайне важно проходить обследование под наблюдением компетентного специалиста – зачастую у результатов исследований нет однозначной трактовки. Ведь у каждого организма системы и органы работают по-своему. Для постановки диагноза придется учесть анамнез, клиническую картину, результаты функциональных проб. При правильном подходе функциональная диагностика позволяет уточнить диагноз и разработать эффективную стратегию лечения.

Функциональная диагностика в кардиологии.

Электрокардиография (или ЭКГ) – основное и важнейшее средство диагностики в кардиологии. Несмотря на то, что это исследование выполняется десятилетиями, оно ни сколько не потеряло своей актуальности. Это главное назначение при подозрении на инфаркт, при жалобах на нарушение сердечного ритма, а также для составления прогноза при любых заболеваниях сердца.

Суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру – еще одно незаменимое аппаратно-программное средство. Из названия понятно, что производится суточный контроль показаний ЭКГ. Запись в течение 24 или 48 часов позволяет оценить работу сердечно-сосудистой системы в условиях обычной для пациента деятельности. Исключены ошибки и неточности, которые могут возникнуть от волнения в больнице во время обычного исследования ЭКГ или по другим причинам. Основные показания: жалобы на боли в области сердца, нарушения пульса, частые обмороки. Метод позволяет надежно диагностировать ишемическую болезнь сердца (ИБС), аритмию, определить показания к медикаментозному или оперативному лечению.

Такие же средства применяются и для суточного мониторирования артериального давления (СМАД). Мониторирование потребует от пациента ношения специального устройства, которое будет регистрировать давление в течение суток. Ему придется отмечать периоды активности и отдыха, делать записи о самочувствии, приеме пищи и лекарств. В таком случае исследование оказывается чрезвычайно информативным и позволяет диагностировать гипертонию и гипотонию, оценить эффективность назначенного лечения.

Стресс-эхокардиография (Стресс-ЭхоКГ) – это ультразвуковое исследование, которое позволяет диагностировать признаки ишемии, проявляющиеся в условиях повышенных нагрузок. Метод хорош тем, что позволяет определить патологию еще до появления полной клинической картины, до развития ИБС. Позволяет диагностировать ранние проявления ИБС, оценить эффективность лечения, оценить необходимость оперативного вмешательства.

Тредмил-тест или нагрузочный тест – это проведение ЭКГ во время физической нагрузки. Позволяет оценить реакцию сердечно-сосудистой системы на физическое напряжение. При наличии заболевания сердца или сосудов этот тест покажет порог, по достижении которого проявляются первые симптомы. Кроме того, на основе результатов, можно составить прогноз течения болезни, оценить тяжесть заболевания.

Чреспищеводная электростимуляция предсердий (ЧПЭС) – средство, которое используется для диагностики скрытой коронарной недостаточности у пациентов с ранее диагностированной ИБС. Во время обследования пациенту устанавливают в пищеводе гибкий зонд – его заводят через нос. Ощущения могут быть дискомфортными, поэтому при необходимости врач обрабатывает корень языка анестетиком. Толщина зонда всего несколько миллиметров, поэтому большинство пациентов хорошо переносят эту процедуру.

Функциональная диагностика в неврологии.

Электроэнцефалография (ЭЭГ) – основное средство диагностики в неврологии. Оно состоит в регистрации электрических потенциалов мозга. Для проведения обследования необходимо закрепить на голове электроды. В среднем проведение исследования занимает не более 20 минут. ЭЭГ применяется в диагностике практически всех известных функциональных патологий головного мозга – от опухолей и сосудистых заболеваний до эпилепсии. Применяется метод и у детей – для оценки состояния коры головного мозга. В клинике проводят ЭЭГ как по показаниям, так и в рамках медицинской комиссии для водителей.

Эхоэнцефалограмма (ЭхоЭГ) – еще одно аппаратно-программное средство исследования головного мозга. Отличие в том, что это ультразвуковое обследование. Позволяет обнаружить патологические изменения не только коры или срединных

структур, но также и в труднодоступном околокостном пространстве.

Электронейромиография (ЭНМГ) и электромиография (ЭМГ) – компьютерное средство электрофизиологического исследования, позволяющее оценить полноценность нервно-мышечной передачи, степени электрической возбудимости мышц и функциональное состояние периферического нерва, то есть определить скорость прохождения нервного импульса, объективно оценить функцию периферических нервов и мышц. Метод позволяет установить причину нарушения взаимодействия периферического нерва и скелетной мышцы.

Регистрация вызванных потенциалов – группа аппаратно-программных средств фиксации этой самой активности, возникающей в ответ на целенаправленное раздражение каких-либо рецепторов: зрительных, слуховых (или акустических), кожных симпатических, соматосенсорных, когнитивных. Помогает оценить функциональное состояние определенных центров в головном мозге, состояние проводящих путей.

Исследование функции дыхания.

Спирометрия – важный, простой и безопасный метод и средство диагностики функционального состояния дыхательной системы как у больных, так и здоровых пациентов. Он дает информацию о состоянии бронхо-легочной системы у лиц с установленным легочным заболеванием, у пациентов группы риска (курильщиков, людей с отягощенным аллергоанамнезом и с наследственной предрасположенностью к лёгочной патологии), у пациентов перед оперативным вмешательством для обеспечения адекватного наркоза и послеоперационного ведения.

2.2. Компьютерные системы функциональной диагностики

Компьютерные системы функциональной диагностики позволяют значительно повышать точность и скорость обработки информации о состоянии пациента. Наиболее распространенными являются системы анализа электрокардиограмм (ЭКГ), электроэнцефалограмм (ЭЭГ), электромиограмм (ЭМГ), реограмм (РГ), вызванных потенциалов (ВП) мозга.

Системы функциональной диагностики представляют наиболее вероятный вариант заключения, на который врач должен

обратить внимание в первую очередь. Наряду с этим, исходя из собственного опыта, знаний и интуиции, он может сформулировать более правильное, свое заключение.

Аппаратное обеспечение компьютерной системы анализа кардиограмм включает в себя следующие основные устройства (рис.2.1):

- устройства съема биометрических сигналов - сенсоры, которые закрепляются непосредственно на теле пациента и представляют собой проводники специальной формы;

- биоусилитель предназначен для усиления сигналов до уровня порядка ± 1 В, ± 5 В, ± 10 В, необходимого для работы аналого-цифрового преобразователя;

- аналого-цифровой преобразователь (АЦП) преобразует входные аналоговые сигналы в цифровую форму для ввода и дальнейшей обработки в компьютер;

- персональный компьютер с набором периферийных устройств и специальным программным обеспечением анализа ЭКГ.

- стимуляторы, применяемые для воздействия на пациента световыми, звуковыми, электрическими и другими сигналами для изучения ответных реакций организма на действующие раздражители.

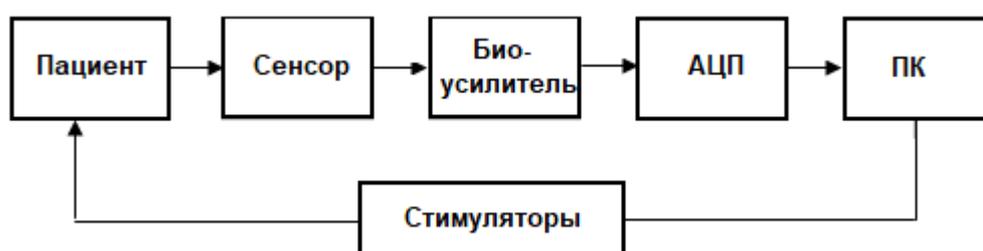


Рис. 2.1. Система анализа кардиограмм

Программное обеспечение систем функциональной диагностики служит для автоматизации следующих этапов функционального исследования пациента:

- предварительная подготовка, т.е. выбор методики исследования, видов нагрузок и функциональных проб, дополнительных устройств (например, велоэргометра);

- проведение исследования, запись ЭКГ;

- отбор и редактирование записей;

- выделение характерных фрагментов записей и измерение

параметров ЭКГ;

- интерпретация результатов анализа и оформление заключения.
- документирование исследования.

Запись ЭКГ включает обычно 12 отведений: 3 стандартных (I, II, III), 3 усиленных однополюсных отведения от конечностей (avR, avL, avF) и 6 грудных однополюсных отведений (V1-V6). Регистрируемый кардиосигнал отображается на мониторе, что позволяет визуально выделить и сохранить записи, свободные от артефактов и наводок.

Отбор и редактирование данных производятся после записи ЭКГ в базу данных и предназначены для дальнейшего системного анализа.

При выделении информативных фрагментов и измерении параметров ЭКГ наиболее важным этапом работы программы является распознавание зубцов P, Q, R, S, T. Задача распознавания состоит в определении точек начала и окончания каждого зубца, нахождения максимумов высоты зубцов и их идентификации.

Интерпретация результатов анализа основывается на данных выявления элементов ЭКГ и измерения их параметров.

Документирование исследования состоит в выдаче на печать числовых, графических результатов и компьютерного ЭКГ-заключения.

Выпускается большое количество компьютерных электрокардиографов или кардиоанализаторов (рис.2.2).



Рис.2.2. Кардиоанализатор

Кардиоанализаторы применяются в диагностических,

реабилитационных и кардиологических центрах и санаториях, в отделениях и кабинетах функциональной диагностики, в палатах интенсивной терапии различных медицинских учреждений, в службах скорой помощи и МЧС, для научных исследований и в учебных целях.

Состав кардиоанализатора: электронный блок пациента; интерфейсный блок для связи с компьютером через порт USB; электроды, датчики, кабели; компьютер или ноутбук, принтер.

Основные возможности кардиоанализатора: полный цикл обследования от ведения карточки до получения квалифицированного медицинского заключения; покардиоцикловое мониторирование любых количественных параметров ЭКГ синхронно с ленточной электрокардиограммой для анализа их динамики и взаимосвязи в процессе ЭКГ-исследования и при проведении различных функциональных проб; анализ дисперсии интервала для оценки риска внезапной сердечной смерти; автоматическое формирование синдромального заключения; автоматическая генерация протокола, характеризующего выбранные параметры ЭКГ в исходном состоянии и в привязке к функциональным пробам.

Кроме того, кардиоанализатор может проводить спектральный анализ (построение спектрограмм и таблиц спектральных характеристик) для выявления модулирующих влияний; статистический анализ и построение гистограмм, скаттерграмм и таблиц статистических характеристик по любым амплитудно-временным параметрам ЭКГ; создание и редактирование нормативных справочников по любым количественным параметрам ЭКГ для нескольких возрастных групп; электронная картотека исследований обеспечивает сетевой многопользовательский режим с единой базой данных по пациентам, распечатку отчетов, возможность работы с распределенной системой хранения данных. Имеются развитые средства поиска исследований по любым заданным критериям.

2.3. Процессы мониторинга состояния пациента

Современные мониторные системы обладают следующими важными качествами:

- возможностью накапливать информацию о пациенте путем измерения и регистрации значений выбранных физиологических параметров;

- аналитической обработкой в компьютере измеряемых показателей, что позволяет объективно оценить состояние пациентов и дать рекомендации врачу по виду и объему необходимой коррекции отдельных параметров;

- компьютерной оценкой состояния больного в пространстве измеряемых физиологических параметров и анализом их динамики для объективного прогноза в развитии состояния пациента;

- возможностью объединения компьютерных мониторов в единую локальную сеть для создания общей базы данных при компьютеризации медицинского учреждения.

В зависимости от вариантов использования выделяют следующие типы мониторинга:

- **операционный** компьютерный мониторинг предназначен для автоматического наблюдения за состоянием больного во время операции, ведения наркозной карты с автоматическим занесением в наркозную карту значений физиологических параметров при проведении операции, автоматического ведения протокола наркозной карты с привязкой ко времени, ведения протокола анестезии, автоматического формирования на дискете результатов для передачи в компьютер заведующего отделением;

- мониторинг в режиме **экстренной медицинской помощи**. Например, кардиомонитор находится в оснащении бригад скорой медицинской помощи и служит для оптимизации ранней диагностики острых коронарных синдромов, нестабильной стенокардии, острой коронарной недостаточности, острого инфаркта миокарда и внезапной остановки кровообращения на догоспитальном этапе;

мониторинг **больных отделений интенсивной терапии** необходим для одновременного наблюдения за состоянием тяжелобольных пациентов. В состав таких систем входят прикроватные мониторы для каждого пациента и

центральная станция для сбора и представления информации о каждом пациенте;

- **суточный мониторинг** физиологических показателей. Традиционное разовое измерение пульса, артериального давления, разовая регистрация ЭКГ не всегда отражают реальную картину заболевания пациента, оставляя открытым вопрос о корректности диагностики и лечения болезни;

- **телеметрия** электрофизиологических сигналов. Под этим термином понимают дискретный мониторинг электрофизиологических сигналов пациентов, удаленных территориально и находящихся на врачебном наблюдении, с использованием телекоммуникационных технологий связи;

- **индивидуальный мониторинг** жизненно важных параметров с помощью средств мобильной связи. Для эффективного предупреждения первичного и повторного инфарктов миокарда и внезапной коронарной смерти у больных группы риска.

Программное обеспечение врачебных компьютерных мониторов, как правило, обеспечивает сбор информации, обработку, накопление трендов, создание дежурного экрана, таблицы тревожных сигнализации, меню конфигурации монитора, графические окна с изменением их размеров, регулировкой масштабов отображаемых сигналов. Наличие программного обеспечения позволяет автоматически накапливать данные об измеряемых параметрах, проводить их аналитическую обработку, отслеживать изменение параметров, оценивать и прогнозировать состояние здоровья пациента в пространстве наблюдаемых параметров, давать врачу рекомендации о виде и объеме необходимой коррекции регистрируемых параметров.

Системы обработки изображений, входящие в состав мониторинговых систем, предназначены для визуализации, анализа и архивирования результатов томографических исследований и облегчения работы врача, интерпретирующего полученное изображение. Существует много информационных систем на основе графических рабочих станций, которые применяются для автоматизации работы медперсонала:

- в рентгеновских, флюорографических, маммологических кабинетах;

- в ангиографических диагностических кабинетах и операционных;

- в компьютерной и магниторезонансной томографии;
- в ультразвуковых и эндоскопических исследованиях;
- в радиоизотопных, микроскопических исследованиях.

Рабочие станции, входящие в состав аппаратуры системы обработки изображений мониторинговых средств дают возможность производить обработку 2D- и 3D-медицинских изображений. Все это позволяет объективизировать и ускорить процесс обработки изображения врачом, выявить и уточнить наличие патологических проявлений, а, следовательно, повысить точность диагностического процесса.

Режим обработки 2D-изображений позволяет:

- повысить качество визуализации путем управления шкалой интенсивности (более контрастное представление интересующих врача деталей);
- провести подавление шумов, выполнить выделение границ областей с помощью различных методов фильтрации изображений;
- выполнить сложение и вычитание изображений и серии изображений, осуществлять режим субтракции при работе с контрастами для выделения кровеносных сосудов на фоне остальных тканей;
- провести статистические измерения, включающие графики профиля и гистограммы интенсивности.

Учитывая большой объем информации, особое внимание уделяется работе с цифровыми медицинскими изображениями. Медицинские организации, имеющие отделение компьютерной и магниторезонансной томографии, радиоизотопной, ультразвуковой и тепловизионной диагностики, а также проводящие иные исследования, результатом которых являются медицинские изображения, обеспечивают автоматизацию процессов получения, обработки, архивного хранения и представления доступа к таким изображениям. На рис.2.3 и 2.4 показаны результаты обработки изображения формата 2-D с целью выделения сосудистой системы пациента в процессе мониторинга.

Работа с 3D-изображениями включает:

- одновременную работу с несколькими 2D- и 3D-изображениями разных модальностей;
- выделение объектов интереса в 3D-серошкальном массиве данных, построение объемных анатомических моделей

сегментированных областей с представлением их псевдоцветами;

- реконструкцию произвольных сечений 3D-массива, выполнение вырезов, делать повороты массива и сегментирования объектов на задаваемый врачом угол;

- точное измерение объемов сегментированных объектов.



Рис.2.3. Изображение формата 2-D до обработки

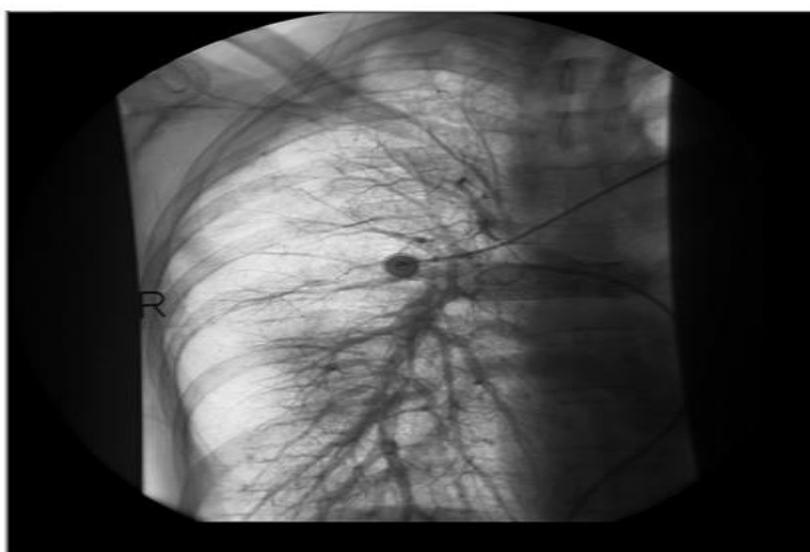


Рис.2.4. Изображение формата 2-D после обработки

Для обеспечения долговременного хранения медицинских изображений могут создаваться централизованные цифровые архивы, обслуживающие несколько медицинских организаций. Создаваемые цифровые архивы и программное обеспечение, используемое в аппаратуре медицинской диагностики и лабораторных комплексах, должны интегрироваться с

используемой данным учреждением здравоохранения медицинской информационной системой.

2.4. Проблемы управления лечебным процессом

Системы управления лечебным процессом предназначены для дозированного воздействия на пациента различными факторами (лекарственными, физическими), оценки его функционального состояния и подбора адекватных параметров воздействия для оптимизации лечебного воздействия.

Автоматизированные системы интенсивной терапии - системы, предназначенные для управления состоянием организма в лечебных целях, для его нормализации, восстановления естественных функций органов и физиологических систем больного человека, поддержания их в пределах нормы. Системы интенсивной терапии разделяют на 2 класса – системы программного управления и замкнутые управляющие системы.

Системы программного управления (системы для осуществления лечебных воздействий): различная физиотерапевтическая аппаратура, оснащенная средствами вычислительной техники, устройства для вливаний лекарственных препаратов, аппаратура для искусственной вентиляции легких и ингаляционного наркоза, аппараты искусственного кровообращения.

Замкнутые системы интенсивной терапии структурно являются более сложными аппаратно-программными комплексами, они объединяют в себе задачи мониторинга, оценки состояния больного и выработки управляющих лечебных воздействий. Системы биологической обратной связи предназначены для предоставления пациенту текущей информации о функционировании его внутренних органов, что позволяет путем сознательного воздействия пациента достигать терапевтического эффекта при определенном виде патологий.

На рис.2.5. показана общая схема лечебных воздействий.

При этом используются следующие средства:

- источник воздействия - устройство, генерирующее различные физические факторы: электрические, магнитные, электромагнитные излучения, тепловые, ультразвуковые, ионизирующее излучения;

- устройство воздействия – элементы прибора, передающие физические воздействия на пациента: электроды, датчики, индукторы, излучатели;
- блок управления - устройство для регулирования и выбора режима работы источника воздействия: регулировка амплитуды, частоты, мощности, выбор периода воздействия лечебного фактора;
- блок контроля необходим для сбора, усиления и ввода в компьютер основных физиологических характеристик человека: ЭКГ, ЭЭГ, давление, температура, дыхание, пульс;
- компьютер или контроллер осуществляет обработку текущей информации о функциональном состоянии организма или отдельных органов и систем организма и сравнивает с параметрами, которые заданы лечащим врачом.

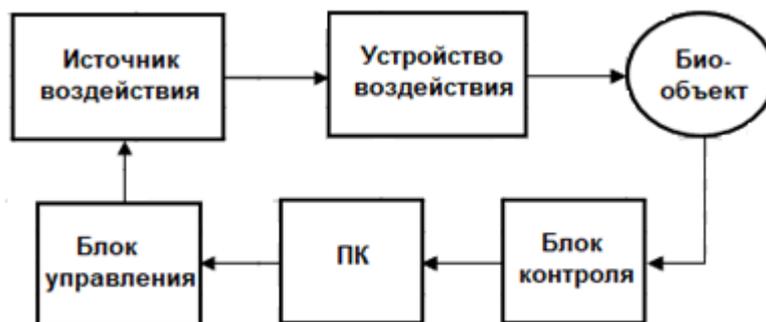


Рис.2.5. Общая схема лечебных воздействий

В качестве воздействующих факторов могут выступать и лекарственные средства, которые вводятся с помощью специальных дозаторов или добавляются к содержимому капельниц. Такие системы могут использоваться в анестезиологии, реаниматологии, а также для регулирования уровня сахара в крови.

В некоторых устройствах в качестве элемента обратной связи выступает сам пациент, которому предоставляется информация о состоянии его внутренних органов, а пациент путем волевого усилия стремится достигнуть нормализации их функционирования (*биологическая обратная связь*). В качестве сигналов пациенту могут предъявляться зрительные образы (шкалы, фигуры, изображения, видео), игровые (2D и 3D), тактильные (электростимуляция), слуховые (аудио-шум, аудио-сообщение, генератор последовательных звуков).

2.5. Клиническая лабораторная диагностика

Клиническая лабораторная диагностика представляет собой диагностическую процедуру, состоящую из совокупности исследований биоматериала человеческого организма, основанных на использовании гематологических, общеклинических, паразитарных, биохимических, иммунологических, серологических, молекулярнобиологических, бактериологических, генетических, цитологических, токсикологических, вирусологических методов с клиническими данными и формулирования лабораторного заключения. Примером могут служить патологоанатомические службы, в которых для установления диагноза используются срезы с человеческого организма.

Компьютеризация клинической лабораторной диагностики идет в направлениях замены трудоемких ручных методов на автоматизированные физико-химические анализаторы и внедрения лабораторных информационных систем для сокращения числа ошибок и повышения достоверности результатов анализа. Эти два направления тесно взаимосвязаны, и важнейшая функция лабораторных измерительных систем - это сопряжение информационной составляющей с автоматическими анализаторами, позволяющими исключить ручное управление материалами и сортировку ответов. Такое возможно при наличии в лабораторных анализаторах аппаратно-программных интерфейсов для передачи информации от измерительной части в обрабатывающую часть диагностической системы.

Традиционные функции, которые выполняют лабораторные измерительные системы:

- регистрация пробы (№ карты, ФИО пациента, отделение, направивший врач) и заказанные тесты;
- формирование журнала процедур, которые требуется выполнить за указанный период;
- регистрация результатов исследований на компьютере и автоматический расчет вычисляемых показателей;
- проверка результатов на соответствие норме и патологии;
- вывод результатов на печать в формате, соответствующем требованиям медучреждения;
- архивацию результатов в течение неограниченного времени;

- вывод на печать журнала результатов и получение статистических

отчетов о количестве выполненных исследований.

В коммерческих медицинских системах лабораторной диагностики и оказывающих платные медицинские услуги система реализует комплексную автоматизацию технологического процесса лаборатории и, в частности, обеспечивает:

- ведение номенклатуры услуг, прейскурантов, договоров;
- прием физических лиц с регистрацией заказов, приемом платежей, выдачей квитанций;
- регистрацию заказов корпоративных клиентов;
- поддержку штрихового кодирования и кватирования проб;
- анализ динамики результатов исследований пациента;
- вывод результатов исследований на печать в электронном виде для отправки по электронной почте;
- автоматический учет оказанных лабораторией медицинских услуг.

2.6. Биотехнические системы замещения органов

Биотехнические системы замещения жизненно важных функций организма и протезирования предназначены для поддержания или восстановления естественных функций органов и физиологических систем больного человека в пределах нормы, а также для замены утраченных конечностей и неудовлетворительно функционирующих органов.

В операционных и реанимационных отделениях и палатах интенсивной терапии используют системы замещения жизненно важных функций организма, к которым относятся искусственное сердце, искусственные легкие, искусственная почка. Эти приборы замещают органы и системы организма больного на время проведения операции, в послеоперационный период и до подбора подходящего донорского органа.

Искусственное легкое представляет собой пульсирующий насос, который подает воздух порциями с частотой 40-50 раз в минуту. В подобных устройствах используют меха из гофрированного металла или пластика — сифоны. Очищенный и доведенный до определенной температуры воздух подается в бронхи.

Искусственное сердце – это имплантируемое механическое устройство, позволяющее временно заменить насосную функцию собственного сердца больного, когда оно становится не способным выполнять работу по обеспечению организма достаточным количеством крови. Разработаны электромеханические и электрогидравлические варианты искусственного сердца (рис.2.6).

Механическая часть прибора, электронный блок управления и источник питания являются полностью имплантируемыми. Эти устройства рассчитаны на длительное использование у тех пациентов, которые нуждаются в пересадке сердца, но имеют противопоказания к ней.



Рис.2.6. Искусственное сердце.

Эти протезы используются в тех случаях, когда сохраняются нервные окончания, посылавшие и принимавшие нервные импульсы от конечностей.

Тогда имеется возможность использовать эти нервные импульсы для управления механизмами протезов и приема информации от различных датчиков, расположенных на протезе. Для выполнения этих действий необходимо преобразование биоэлектрических сигналов, проходящих по сохранившимся нервным волокнам, в управляющие сигналы для исполнительных механизмов протеза и обратное преобразование сигналов с датчиков протеза в афферентный поток. Эту роль в

биоуправляемом протезе выполняет микропроцессор по заранее записанной программе.

Имеются два варианта управления протезом — без обратной связи и с обратной связью. Структурная схема протеза без обратной связи представлена на рис. 2.7.

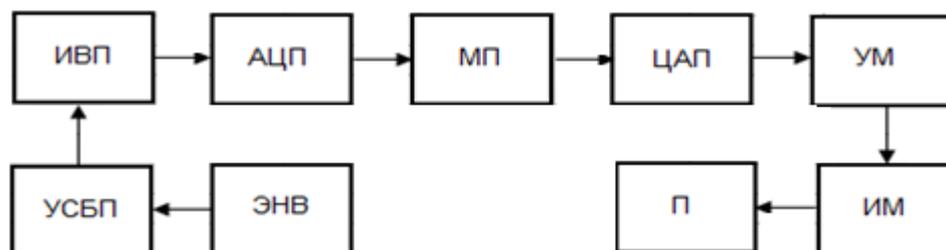


Рис.2.7. Структурная схема протеза без обратной связи.

Сигнал с эфферентных нервных волокон (ЭНН) с помощью устройства съема биопотенциалов (УСБП) поступает на усилитель биопотенциалов, а затем после аналого-цифрового преобразователя в микропроцессор (МП) или микроконтроллер. В микропроцессоре происходит расшифровка сигнала и выдача команды на исполнительные механизмы (ИМ) протеза (П). Для этого цифровой код с выхода МП преобразуется с помощью цифроаналогового преобразователя в аналоговый сигнал и усиливается с помощью усилителя мощности (УМ). Таким образом, управляющие нервные импульсы преобразуются в механические движения протеза конечности.

На Международном конгрессе по протезированию и ортопедии одна из компаний показала собственную разработку - протез кисти руки, с помощью которого человек может выполнять даже сложные манипуляции (рис. 2.8). Устройство обладает микроэлектрической системой управления, когда на сохранившемся участке конечности считываются мышечные импульсы и преобразуются в соответствующие команды для исполнительных приводов протеза.

Недостатком такого протеза является отсутствие обратной связи, которая имеется в биологических системах, что приводит к недостаточной точности выполнения движения. Этот недостаток компенсируется введением обратной связи, позволяющей координировать движение конечности за счет информации о положении в пространстве, скорости движения, прилагаемых усилиях.



Рис.2.8. Биоуправляемый протез руки

Механическая часть прибора, электронный блок управления и источник питания являются полностью имплантируемыми. Эти устройства рассчитаны на длительное использование у тех пациентов, которые нуждаются в пересадке сердца, но имеют противопоказания к ней.

В схеме с обратной связью имеется система датчиков, которая контролирует движение протеза в пространстве, а также усилия, развиваемые исполнительными механизмами. Эта информация поступает в МП и сравнивается с заданными параметрами выполнения движения. Таким образом, осуществляется корректировка движения протеза. Кроме того, возможно «очувствление» протеза с помощью датчиков, способных воспринимать тактильную информацию, которую возможно передавать на сохранившиеся афферентные нервные волокна через устройство сопряжения с объектом (на рис.2.8 показан механический узел сопряжения с самой рукой). В этом случае человек будет ощущать объект, к которому прикасается протез конечности.

Израильские ученые провели первую в мире успешную операцию, в результате которой искусственная рука-протез была подключена к живым нервным окончаниям пациента, что дало возможность пациенту не только управлять движениями протеза, но и чувствовать прикосновения к предметам.

Пациенту потребовалось всего несколько занятий для обучения, после чего он стал владеть искусственной рукой как своей собственной.

Контрольные вопросы

1. Назовите наиболее распространенные системы функциональной диагностики.
2. Дайте перечень основных устройств аппаратного обеспечения систем кардиоанализа.
3. Каковы этапы функционального анализа пациента?
4. Что такое кардиоанализатор?
5. В чем основные возможности кардиоанализатора?
6. Каковы информативные параметры кардиограмм?
7. Каковы качества современных мониторных систем?
8. В чем суть операционного мониторинга?
9. В чем задача экстренной медицинской помощи?
10. Для чего нужен мониторинг отделений интенсивной терапии?
11. Что такое суточный мониторинг?
12. В чем основные функции телеметрии электрофизиологических сигналов?
13. В каких медицинских исследованиях используется обработка изображений?
14. Каковы функции индивидуального мониторинга?
15. Охарактеризуйте 2D и 3D изображения, как они используются?
16. Что понимают под клинической лабораторией?
17. Функции лабораторных измерительных систем.
18. В каких направлениях идет компьютеризация средств лабораторной диагностики?
19. В чем отличие коммерческих медицинских систем лабораторной диагностики?
20. Для чего предназначены биотехнические системы замещения жизненно важных органов человека?
21. Расскажите о функционировании протезов типа «искусственное сердце».
22. В чем суть работы протеза с обратной связью?
23. Чем отличается протез без обратной связи?

ГЛАВА 3. АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

3.1. Измерительная аппаратура диагностических систем

В медицинских аппаратно-программных комплексах можно выделить три основные составляющие: медицинское, аппаратное и программное обеспечение. Медицинское обеспечение разрабатывается постановщиками задач – врачами соответствующих специальностей, аппаратное – инженерами, специалистами по медицинской и вычислительной технике. Программное обеспечение создается программистами или специалистами по компьютерным технологиям.

Медицинское обеспечение – это комплекс медицинских предписаний, нормативов и правил, обеспечивающих оказание медицинской помощи посредством этой системы. К медицинскому обеспечению относятся также описание используемых методик, характеристики измеряемых физиологических параметров и методов их измерения, способы и допустимые границы воздействия системы на пациента. Под аппаратным обеспечением понимают способы реализации технической части системы, включающей средства получения медико-биологической информации, средства осуществления лечебных воздействий и средства вычислительной техники. В простейшем типовом случае аппаратная часть системы включает медицинский диагностический прибор, устройство сопряжения и компьютер.

Вся существующая аппаратура съема медико-биологической информации осуществляет регистрацию физических характеристик пациента в виде аналоговых электрических сигналов. Под аналоговым сигналом понимают непрерывный электрический сигнал, один из параметров которого (например, напряжение) соответствует интенсивности биофизической характеристики (например, температуре тела или органа). В то же время компьютер может обрабатывать информацию, представленную только в цифровой форме. Поэтому аналоговые сигналы, получаемые аппаратурой съема медико-биологической информации, для ввода в компьютер должны быть преобразованы в цифровую форму. Цифровая форма информации

обеспечивает ее обработку на цифровых схемах измерительного канала и компьютере. Общая схема канала измерения диагностических систем выглядит следующим образом (рис.3.1).

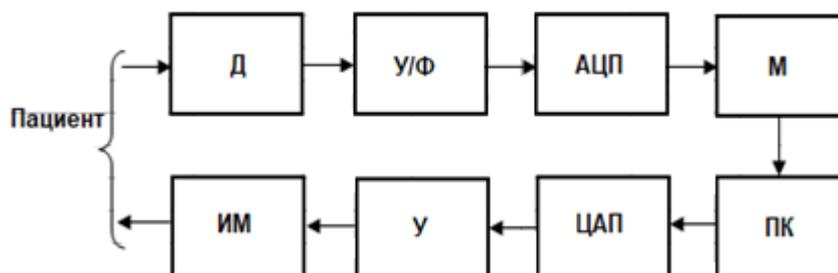


Рис. 3.1. Схема канала измерения диагностических систем

К телу пациента прикрепляются датчики (Д) - сенсоры, которые преобразуют физический параметр части тела (температуру, давление, биопотенциал) в слабый электрический сигнал. В различных по назначению медицинских системах датчики могут иметь более широкую номенклатуру. Они могут измерять энцефалограмму мозга и кардиограмму сердечных сокращений, пульс эмбриона и положение тела пациента при ходьбе, электромиограммы мышечных сокращений и звуки произносимой речи.

Далее сигнал усиливается в электронном узле усиления/фильтрации (У/Ф), где измеренный сигнал доводится до уровня стандарта измерения (5,10 v), фильтруется от случайных помех и подается на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП). После АЦП последовательные отсчеты входного сигнала в виде двоичного кода поступают на вход мультиплексора (М). Мультиплексоры используются только в многоканальных системах измерения входных параметров, в остальных случаях цифровой сигнал в виде последовательности отсчетов поступает на вход персонального компьютера (ПК).

Для обеспечения управления соответствующими физиологическими параметрами организма (температура тела, артериальное давление, частота сердечных сокращений), например, с помощью введения необходимых лекарственных средств требуется выполнить обратное преобразование – из цифровой формы в аналоговую. Для обеспечения двунаправленной связи между медицинским оборудованием и компьютером и преобразования сигналов из аналоговой формы в цифровую и

наоборот служит устройство сопряжения. В самом простом варианте устройство сопряжения включает в себя аналого-цифровой (АЦП) и цифро-аналоговый (ЦАП) преобразователи.

В техническом плане датчики работают с величинами милливольт, усилители доводят уровень до единиц вольт. АЦП имеют, как правило, 8-16 разрядов преобразования в код. ЦАП выдают на выходе единицы, которые усилители преобразуют в стандарты управления исполнительных механизмов (ИП), реализующих воздействие на тот или иной орган. Интегрированный узел усиления, фильтрации и аналого-цифрового преобразования в современных приборах выполняется в виде единого электронного блока.

Функции персонального компьютера (ПК) или другого узла обработки (микропроцессоры, микроконтроллеры, ноутбуки, планшеты, мобильные телефоны) заключаются в приеме, хранении, систематизации измеренных данных, выдаче сигналов управления в соответствии с моделями функционирования аппаратно-программного комплекса.

Медицинские приборы для функциональной диагностики. Быстрая и точная диагностика является актуальной необходимостью современной медицины и экономической категорией, так как применение эффективных методов неинвазивной диагностики, в том числе и на догоспитальном периоде, позволяет сократить пребывание пациента на больничной койке, раньше вернуть его к активной трудовой жизни.

Функциональная диагностика - это раздел диагностики, основанный на использовании инструментальных и лабораторных методов исследования больных для объективной оценки функционального состояния различных систем, органов и тканей организма в покое и при нагрузках, а также для наблюдения за динамикой функциональных изменений, происходящих под влиянием лечения

В настоящее время это наиболее обширная группа приборов и аппаратов, с помощью которых осуществляется восприятие информации (обнаружение, измерение, регистрация, запоминание) и обработка биоэлектрических, биомагнитных, тепловых, оптических, тактильных, иллюминесцентных, биохимических, радиационных сигналов.

Классификация методов функциональной диагностики в зависимости от области исследования может быть представлена в следующем виде.

Методы и приборы для диагностических исследований функций сердечно-сосудистой системы.

1) Электрокардиография — это метод регистрации электрической активности миокарда, распространяющейся в сердечной мышце в течение сердечного цикла. Графическое изображение электрической активности миокарда называется электрокардиограммой (ЭКГ). По ней определяется частота и ритмичность сердечной деятельности. Возможна диагностика аритмий, стенокардии, ишемической болезни сердца, инфаркта миокарда и других заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Для получения ЭКГ применяют электрокардиографы (рис.3.2). По количеству отведений от электродов, накладываемых на запястья рук, левую ногу и грудь, они подразделяются на одно-, двух-, трех-, четырех- и шестиканальные. Многоканальные приборы быстрее делают регистрацию биопотенциалов сердца, так как одновременно происходит запись нескольких отведений.



Рис.3.2. Электрокардиографы: а) портативный, б) стационарный

Электрокардиографы выпускаются портативные и стационарные.

В зависимости от вида пишущего элемента и рода носителя информации различают электрокардиографы: перьевые (с записью чернилами на диаграммной или теплочувствительной бумаге) и струйные (с записью на обычной или фотобумаге). В настоящее время выпускаются специальные ЭКГ — комплексы для получения

традиционных и долговременных кардиограмм, в том числе с автоматической обработкой и выдачей синдромальных заключений.

2) Модификацией электрокардиографии является вектор-кардиография как метод регистрации электрической активности сердца, в частности, величины и направления электрического поля сердца в течение сердечного цикла. В клинике метод применяется для выявления очаговых поражений миокарда, гипертрофии желудочков сердца, особенно на ранних стадиях.

Получение вектор-кардиограмм осуществляется с помощью вектор-электрокардиографов и вектор-электрокардиоскопов.

3) Фонокардиография — это метод регистрации звуков (тоны, шумы), возникающих в результате деятельности сердца. Применяется для определения нарушений работы сердца, в том числе пороков клапанов. Фонокардиограммы получают с применением приборов фонокардиографов.

4) Тонометрия — метод измерения и регистрации артериального давления. Измерение осуществляется с помощью приборов — сфигмоманометров или тонометров (рис.3.3). По степени автоматизации их условно разделяют на четыре группы:

1) неавтоматизированные тонометры, которые в свою очередь делятся на мембранные и ртутные. Состоят из манжеты, ручного нагнетателя воздуха в манжету, манометра, стетоскопа;

2) автоматизированные тонометры с ручным или автоматическим нагнетателем. Состоят из следующих основных узлов: манжеты, преобразователя давление—сигнал, ручного или автоматического нагнетателя, клапана быстрой или медленной декомпенсации, индикатора. Некоторые приборы имеют встроенные печатающие устройства (дисплей).

В настоящее время широкое распространение получают цифровые измерители артериального давления и частоты сердечных сокращений, позволяющие быстро и достоверно измерить систолическое и диастолическое давление. Они основаны на измерении артериального давления при помощи датчика, встроенного в манжету и размещаемого на плече. Результаты процедуры измерения автоматически отображаются на дисплее. Выпускаются тонометры электронные, с манжетой на предплечье и запястье, с интеллектом и памятью, в форме часов, с возможностью работы от сети 220 В.



Рис.3.3. Тонометр

3) автоматические тонометры в отличие от автоматизированных имеют автоматическую манжету. Как правило, приборы такого класса устанавливаются на улице, в учреждениях;

4) мониторы позволяют автоматически производить периодические измерения АД с заданным интервалом времени, устанавливать индивидуальные аварийные границы. Они оснащены запоминающим устройством, дающим возможность накапливать и сохранять в течение 24 ч все необходимые для дальнейшей обработки результаты измерений.

В последние годы мониторинг за состоянием организма как в состоянии покоя, так и при различных тестовых или лечебных воздействиях признается эффективным методом диагностики. Выпускаются процессорные многоканальные мониторы, одновременно регистрирующие различные комбинации и совместно обрабатывающие сигналы о состоянии и функциях различных органов и систем человека. Например, одновременная запись и обработка электро- и магнитоэнцефалограммы.

Методы и приборы для диагностических исследований кровообращения.

Реография — это метод исследования кровенаполнения органов и тканей или отдельных участков тела на основе регистрации изменений их электрического сопротивления. Метод используется для диагностики различного рода органических и функциональных сосудистых изменений как в артериальном, так и

в венозном русле, для изучения особенностей коллатерального кровообращения.

В клинической практике используются разновидности реографии, например: реография головного мозга (реоэнцефалография), реография легких (реопульмонография), реография сердца (реокардиография), реография печени (реогепатография), реография глаз (реофтальмография), реография нижних и верхних конечностей (реовазография).

Реографы по числу каналов делятся на одноканальные и многоканальные. В зависимости от количества используемых в каждом канале электродов выпускают двухэлектродные и четырехэлектродные реографы.

Методы и приборы для диагностических исследований нервной и мышечной системы.

1. Энцефалография — метод электрофизиологического объективного исследования функционального состояния головного мозга, основанный на графической регистрации его биопотенциалов. Регистрируемая кривая колебаний биопотенциалов мозга называется электроэнцефалограммой (рис.3.4). Применяется для установления локализации патологического очага в головном мозге, дифференциального диагноза заболеваний центральной нервной системы, изучения механизма эпилепсии и выявления ее на ранних стадиях.

Для получения нужной информации о деятельности головного мозга применяются приборы: электроэнцефалографы (8-, 16-, 32-канальные); анализаторы биопотенциалов; электроэнцефалоскопы.

В последние годы значительно возросла необходимость контроля психического здоровья человека, что обусловлено существенным ростом интеллектуальных и психоэмоциональных нагрузок, возрастанием темпа жизни, обилием стрессовых ситуаций в производственной и социальной сфере.

С этой целью применяются различные психофизиологические методы исследования функций центральной нервной системы человека: восприятия, внимания, памяти, мышления, психомоторики.

Психологические инструментальные приборы применяются не только в медицине, но и при профессиональном отборе, в педагогике, детской психоневрологии, в быту в профилактических и гигиенических целях. В перспективе ожидается создание

многопараметрического и многофункционального мониторинга (включая профилактику, диагностику, терапию, реабилитацию) психоневрологических нарушений.

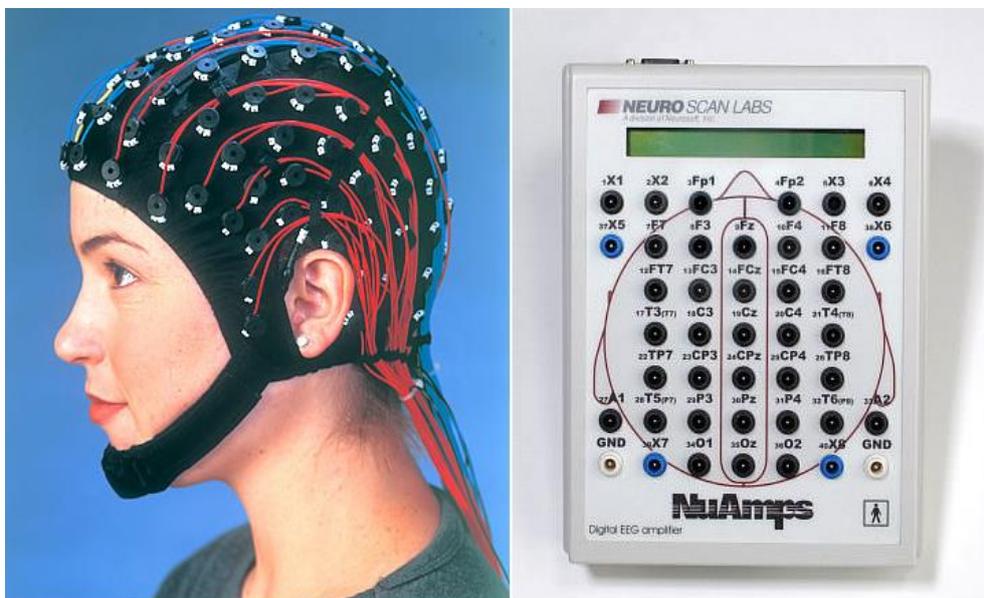


Рис.3.4. Электроэнцефалограф

В настоящее время разрабатываются методики и создается аппаратура для изучения биомагнетизма мозговых структур и сердечнососудистой системы, нейромагнетизма и магнитного воздействия (слабых полей) на функции мозга. Магнитоэнцефалограммы позволяют получать важную информацию для изучения высшей нервной деятельности.



Рис.3.5. Электромиограф

2. Электромиография - это метод измерения функционального состояния скелетных мышц, основанный на регистрации возникающих в них электрических потенциалов. С помощью прибора – электромиографа (рис.3.5) изучаются рефлекторные реакции двигательных систем организма, периферического нейромоторного аппарата, а также проводится функциональная диагностика периферических нервов и мышц.

Методы и приборы для диагностических исследований внешнего дыхания.

1. Спирография — это метод определения объемной скорости потребления кислорода и параметров внешнего дыхания (частота, минутный объем вентиляции).

2. Пульмонография — акустический метод локального исследования легких, заключающийся в регистрации изменения амплитуды колебаний различных участков легкого в процессе дыхания (рис.3.6).



Рис.3.6. Пневмотахометр

Приборы для диагностики легких подразделяют на три группы, в том числе:

1) для интегрального исследования легких: Метатест, Бронхомета-тест, Барометатест, Спирограф, Оксиспирограф, Пневмотахометр;

2) для газоаналитических исследований — газоанализаторы (предназначены для определения кислорода и углекислого газа во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе);

3) для локальных исследований: Фонопультмограф, Фонопультмоскоп (рис.3.7).



Рис.3.7. Примеры газоанализаторов: фонопультмогрф, фонопультмоскоп

В настоящее время для анализа форсированного выдоха применяются приборы — компьютерные анализаторы с пробами бронхопро-вокаторов и бронхолитиков, что осуществляется с использованием соответствующего программного обеспечения и дозаторов. Они позволяют оценить бронхиальную проходимость, влияние на нее различных факторов, в т.ч. аллергенов и лекарственных препаратов.

Постепенно внедряются в медицинскую практику приборы для оценки комплексного сопротивления дыхания методом форсированных осцилляций, позволяющие получить объективные данные о реактивной компоненте сопротивления дыхания. Отмечается тенденция роста производства приборов, позволяющих оценить качество жизни. Это системы для оценки максимальной скорости потребления кислорода и анаэробного порога при физической нагрузке. Они применяются в различных центрах здоровья.

3.2. Автоматизированное рабочее место врача-исследователя

Основные компоненты АРМ-врача. Автоматизированное рабочее место (АРМ) — это совокупность средств, реализованных на базе персонального компьютера для решения задач в

определенной предметной области. По сути АРМ – это аппаратно-программный комплекс, предназначенный для автоматизации технологических процессов в определенной специальности. В медицине и здравоохранении АРМ подразделяют по функциональным возможностям на следующие категории:

- административно-организационные (АРМ главного врача больницы, поликлиники, заведующего отделением, старшей медицинской сестры);

- технологические (например, АРМ врача-рентгенолога или кардиографа);

- интегрированные, т. е. объединяющие функции первых двух в разных комбинациях (в медицинских центрах, ведомствах).

Системные и технологические требования, предъявляемые к АРМ:

- простота общения (интерфейс) врача-исследователя с АРМ;
- оперативность ввода, обработки и поиска документов;
- возможность обмена информацией между различными АРМ;
- исключение положений, когда пользователь оказывается в

тупиковой ситуации;

- контроль ввода/вывода данных с указанием ошибок;
- возможность настройки АРМ под конкретного пользователя;
- эргономичность конструкции электронной и другой

аппаратуры;

- безопасность для здоровья пользователя и пациента.

Техническое обеспечение включает персональный компьютер с необходимыми периферийными устройствами, средствами коммуникаций и специальными медицинскими приборами (специальное обеспечение). Выбор типа персонального компьютера, периферийных устройств и медицинского оборудования определяется функциональным назначением АРМ.

Программное обеспечение рабочего места состоит из набора программ, предназначенных для управления работой компьютера (стандартное программное обеспечение), а также для автоматизации решения задач в соответствии с функциональным назначением АРМ (прикладное программное обеспечение).

Организационно-методическое обеспечение состоит из инструктивных и нормативно-методических материалов по обеспечению и работе в среде АРМ, организации защиты информации, правовых документов, регламентирующих отношения

и ответственность пользователей, форматы входных и выходных данных.

Наряду со стандартными устройствами ввода информации (датчики, сканеры, фото- и видеокамеры), в медицине используются и специализированные. Например, в цифровых рентгеновских системах используются твердотельные приемники с высоким коэффициентом поглощения рентгеновского излучения. Применяется метод сканирования с построчным вводом изображения в память ПК, которое затем в целом воспроизводится на экране монитора (сканирующая проекционная рентгенография).

Рабочее место врача-лаборанта оснащено оптическим микроскопом, сопряженным с ПК, что обеспечивает автоматический ввод изображения микропрепарата в компьютер, подсчет форменных элементов крови (лейкоцитов и эритроцитов) в камере Горяева и распечатку результата анализа на бланке. Специальные программы, входящие в состав АРМ, предназначены для решения конкретных задач, стоящих перед врачом, и зависят от его специализации. Большая часть получаемой с помощью медицинских приборов информации может быть представлена либо в виде биосигналов, либо в виде биомедицинских изображений. Если анализируются биоэлектрические сигналы (например, ЭКГ, ЭЭГ), то первичная обработка заключается в цифровой фильтрации исходного сигнала. Применяя различные цифровые фильтры, можно значительно снизить уровень наводок и помех, избавиться от плавания изоэлектрической линии. На этом этапе можно оценить стационарность сигнала, а также выявить и исключить различные артефакты. В дальнейшем обработанный сигнал используется для анализа и формирования заключения о состоянии исследуемой системы и органа. Анализ, в основном, заключается в применении математических методов для выделения и измерения информативных признаков, проведении различных вычислительных операций и сравнении полученного набора признаков с соответствующими показателями нормы или значениями при различных патологических состояниях.

Все же большая часть диагностического оборудования АРМ представляет информацию о пациенте в виде различного рода изображений: рентгено- и томограммы, мазки крови, УЗИ-изображения. Большинство компьютерных программ для работы с цифровыми медицинскими изображениями способны выполнять

четыре основных действия: обработка изображений, их анализ, реставрация и реконструкция. Обработка изображений применяется для улучшения оригинала с целью извлечения из него полезной диагностической информации. Обработка изображения позволяет выделить интересующие исследователя детали, увеличить их контрастность или устранить несущественные фрагменты изображения. Анализ изображений – это процесс извлечения количественной или качественной информации.

В арсенале прикладных методов анализа изображений имеется аналитический аппарат для решения задач по распознаванию (классификации) изображений объектов лабораторных исследований. Применение компьютерного анализа изображений обеспечивает надежность и воспроизводимость результатов и существенно экономит время.

Реставрация изображений – это восстановление поврежденных или плохих изображений. Эта процедура может применяться и в тех случаях, когда имеются артефакты, например движение пациента в момент съемки.

Реконструкция изображения – это процесс создания двухмерного (плоского) или трехмерного (объемного) изображения на основании множества линейных (одномерных) проекций. Например, в компьютерной и магнитно-резонансной томографии получение конечных изображений невозможно без соответствующей реконструкции с помощью специальных программ.

К специализированному программному обеспечению, входящему в состав АРМ, также можно отнести различные статистические пакеты. Включение статистических пакетов в АРМ врача необходимо для обработки больших массивов данных при выполнении научных исследований и составления статистических отчетов, не говоря уже об АРМ медицинских статистиков, где статистические методы являются основным инструментом исследования.

В настоящее время имеется большой выбор прикладных статистических программ. В зависимости от целей статистического анализа могут применяться следующие прикладные программы: табличные процессоры (Excel, Lotus, Calc), пакеты статистической обработки данных (SPSS, STATISTICA), пакеты имитационного моделирования и численных методов анализа (Mathlab).

Важное место в специализированном программном обеспечении АРМ врача-специалиста занимают информационные системы поддержки принятия решений, экспертные системы, а также информационно-справочные системы, способные дать ответ на любой вопрос, связанный с профессиональной деятельностью врача, или указать источники, где можно получить необходимую информацию. Программное обеспечение, входящее в состав АРМ, должно осуществлять работу с медицинской информацией в соответствии с принятыми международными стандартами.

Электронные истории болезни. Еще одной специализированной программой, которая может быть включена в структуру АРМ, является компьютерная история болезни. Учитывая, что большую часть работающих в клинике врачей составляют врачи профильных клинических отделений, можно утверждать, что электронная история болезни является основным (базовым) компонентом подавляющего большинства АРМ. Электронная, или компьютерная, история болезни представляет собой формализованный электронный документ, по своей структуре соответствующий утвержденной форме «бумажного» аналога – истории болезни или амбулаторной карте пациента.

Традиционная «бумажная» история болезни имеет множество недостатков. Произвольная форма записей, произвольное содержание, отсутствие возможности автоматической сортировки сведений, излишние сведения, – все это затрудняет использование истории болезни как для получения сведений о конкретном больном, так и для обобщенной статистической обработки.

В настоящее время можно четко определить круг требований, предъявляемых к сейчас к разработчикам современных электронных историй болезни.

1. Наличие эффективного способа ввода информации в историю болезни. С помощью автоматизированных средств можно предотвратить появление в документе большинства орфографических, стилистических, логических и терминологических ошибок, которые, к сожалению, в «бумажных» историях болезни встречаются в большом количестве. Во-первых, для целого ряда стереотипных записей (дневники, симптомы заболевания, жалобы) могут быть заранее заготовлены наборы шаблонов, которые в конкретной истории болезни надо только слегка дополнить. Во-вторых, за врачом можно оставить только

ввод первичных данных, например, даты рождения или даты госпитализации. Вычисление производных показателей (возраст больного, длительность госпитализации) должен производить компьютер.

2. Полнота и наглядность выходной информации. С точки зрения интересов пациента, история болезни должна позволять каждому врачу в любой момент получить полное представление о ходе лечения, о проводимых обследованиях, планах, намеченных на ближайшее время. При этом, желательно, чтобы информация, требующая немедленного решения или принятия срочных мер, была каким-либо образом отмечена, а в идеале – должно обязательно сработать автоматическое (визуальное, звуковое) напоминание или предупреждение.

3. Возможность осуществления однократного ввода информации при ее многократном использовании. Однажды введенная информация должна программно преобразовываться в любые выходные формы. Эпикризы, выписки из истории, направления на исследования, справки, рецепты должны создаваться автоматически на основании уже имеющихся сведений – фамилия, пол, возраст, адрес, фамилия врача, наименование медицинского учреждения, диагноз. Так же автоматически и вообще без участия врача должны составляться все отчёты, сводки, списки, основанные на данных историй болезни.

4. Возможность вывода любой информации из истории болезни как на экран монитора и принтер, так и в виде отдельного файла. Вывод на экран позволяет быстро ориентироваться и тут же вносить в историю болезни поправки. Распечатанные документы (выписки, эпикризы, направления, справки, рецепты) также необходимы, при этом они должны соответствовать утвержденным «бумажным» формам. Запись в файл позволяет врачу отредактировать и сохранить выходной документ, а при необходимости просмотреть его в другое, нужное время и на другом компьютере.

5. Простота использования. Компьютерная история болезни не должна требовать от врача никаких специальных знаний и навыков, кроме базовых.

Структура электронной истории болезни. Программное обеспечение для ведения компьютерной истории болезни, состоит из самой истории болезни, большого набора справочников и

программ для ввода и вывода информации. Традиционная история болезни пациента состоит из 3 основных разделов: паспортная, социальная характеристика, медицинское состояние.

Основной раздел истории болезни – «Медицинское состояние». Он содержит большое число подразделов, позволяющих зафиксировать ранее установленные диагнозы, осложнения, задачи госпитализации или диспансерного наблюдения, запросы врача на консультации, лабораторные исследования, а также их результаты, проведенные операции и процедуры, выдачу листка нетрудоспособности, исходы лечения и многое другое. Есть также специальные разделы для внесения рекомендаций и замечаний.

Для ввода информации применяется специальный набор программных средств, облегчающих врачу ведение истории болезни. Ввод информации сводится к выбору файлов из заранее созданных таблиц и справочников: «Лечащие врачи», «Консультанты», «Медицинские учреждения», «Рецепты», «Диагнозы», «Осложнения», «Лабораторные исследования», «Группы учёта».

Использование подобных таблиц исключает ошибки и гарантирует использование общепринятых и официально установленных терминов. При описании анамнеза, статуса больного, а также ведении дневников может потребоваться введение произвольного текста с клавиатуры. В этом случае врачу предоставляются основные возможности текстового редактора, включая работу с блоками, отмену сделанных изменений и поиск по тексту. Кроме того, компьютерная история болезни обладает и рядом более сложных функций. Так, например, при впервые поставленном диагнозе будет автоматически оформлен статистический талон, а при ряде диагнозов в историю болезни автоматически вносится пометка об онкологическом риске.

Компьютерная история позволяет легко и быстро ориентироваться в информации, которая накапливается о пациенте. Врач может просматривать те или другие ее разделы или их комбинацию. Из предложенного меню можно по желанию вызвать на экран или распечатать полную историю болезни, выписку, дневники за любой отрезок времени, список назначений, протоколы операций.

Отдельного описания заслуживает так называемая «активность истории болезни».

1. Напоминания о сроках намеченных исследований и процедур (в виде визуального, либо звукового оповещения).

2. Автоматические врачебные назначения при ряде диагнозов. Например, в соответствии с принятыми стандартами система может назначить необходимый минимум обследований при выставлении определенного диагноза или назначить проведение очередного контрольного анализа по истечении требуемого срока.

3. Автоматические предположения о диагнозе и прогнозе. Например, при затянувшейся, плохо поддающейся лечению пневмонии, система может предположить наличие рака легкого и назначить обследование, позволяющее подтвердить или отвергнуть данный диагноз.

4. Автоматизированный диалог с врачом. Система проводит опрос по заданной схеме на предмет выявления определенного заболевания (например, опрос по схеме Халфена-Роузе для раннего выявления ишемической болезни сердца). Опрос завершается автоматическим заключением, и при положительном заключении в истории болезни автоматически назначаются необходимые исследования и консультации.

Доступ к истории болезни, хранящейся в единой базе данных лечебно-профилактического учреждения может получить не только лечащий врач, но и руководитель клинического подразделения. В этом плане компьютерная история болезни может являться для руководителя главным источником информации и способом управления деятельностью отделения. В случае необходимости руководитель может своевременно выявить недочеты в проводимом лечении и внести необходимые коррективы.

Таким образом, указанные свойства электронной истории болезни позволяют утверждать, что именно она является основным системообразующим элементом и именно на ее основе может быть построена система управления лечебно-диагностическим процессом в целом. Переход от «бумажных» историй болезни к электронным позволяет существенно сократить временные затраты врача на ведение медицинских записей и одновременно сделать их более полноценными, защищенными от различного рода ошибок и противоречий.

Персональные компьютеры в медицинской практике.

Практическая медицина становится все более и более автоматизированной. Программное обеспечение включает системное и прикладное. В системное программное обеспечение входит сетевой интерфейс, который обеспечивает доступ к данным на сервере. Данные, введенные в компьютер, организованы, как правило, в базу данных, которая, в свою очередь, управляется прикладной программой управления базой данных (СУБД) и может содержать, в частности, истории болезни, рентгеновские снимки в оцифрованном виде, статистическую отчетность по стационару, бухгалтерский учет. Прикладное обеспечение представляет собой программы, для которых, собственно, и предназначен компьютер. Это – вычисления, обработка результатов исследований, различного рода расчеты, обмен информацией между компьютерами.

Сложные современные исследования в медицине немыслимы без применения вычислительной техники. К таким исследованиям можно отнести компьютерную томографию, томографию с использованием явления ядерно-магнитного резонанса, ультрасонографию, исследования с применением изотопов. Количество информации, которое получается при таких исследованиях так огромно, что без компьютера человек был бы неспособен ее воспринять и обработать.

Компьютер в стоматологии. Сегодня компьютеры есть в каждой стоматологической клинике. Наиболее широко распространены на стоматологическом рынке компьютерных программ – системы цифровой (дигитальной) рентгенографии, часто называемые радиовидеографами. Системы позволяют детально изучить различные фрагменты снимка зуба и пародонта, увеличить или уменьшить размеры и контрастность изображений, сохранить всю информацию в базе данных и перенести ее при необходимости на бумагу с помощью принтера. Вторая группа программ – системы для работы с дентальными видеокамерами. Они позволяют детально запечатлеть состояние групп или определенно взятых зубов «до» и «после» проведенного лечения.

Электронный документооборот модернизирует обмен информации внутри стоматологической клиники. Различная степень доступа врачей и пациентов, обязательное использование системы шифрования для кодирования диагнозов, результатов

обследования, терапевтических, хирургических, ортодонтических и др. процедур дает возможность надежно защищать любую информацию.

Компьютерная томография. Томография является одним из примеров внедрения новых информационных технологий в медицине. Создание этого метода без мощных компьютеров было бы невозможным.

Томография (магнитно-резонансная, рентгеновская, ультразвуковая) – это метод изучения состояния организма человека, при котором производится последовательное, очень частое измерение тонких слоев внутренних органов. Эти данные записываются в компьютер, который на их основе конструирует полное объемное изображение. Физические основы измерений разнообразны: рентгеновские, магнитные, ультразвуковые, ядерные и пр.

Совокупность устройств, обеспечивающих измерения, сканирование, и компьютер, создающий полную картину, называются томографом.

Использование компьютеров в медицинских лабораторных исследованиях

При использовании компьютера в лабораторных медицинских исследованиях в программу закладывают определенный алгоритм диагностики. Создается база заболеваний, где каждому заболеванию соответствуют определенные симптомы или синдромы. В процессе тестирования, используя алгоритм, человеку задаются вопросы. На основании его ответов подбираются симптомы (синдромы), максимально соответствующие группе заболеваний. В конце теста выдается эта группа заболеваний с обозначением в процентах - насколько это заболевание вероятно у данного тестируемого. Чем выше проценты, тем выше вероятность этого заболевания. Сейчас делаются попытки создать такую систему (алгоритм), которая бы выдавала не несколько, а один диагноз. Но все это пока на стадии разработки и тестирования. Вообще, на сегодняшний день в мире создано более 200 компьютерных экспертных систем.

Компьютерная флюорография. Программное обеспечение (ПО) для цифровых флюорографических установок, содержит три основных компоненты: модуль управления комплексом, модуль регистрации и обработки рентгеновских изображений,

включающий блок создания формализованного протокола, и модуль хранения информации, содержащий блок передачи информации на расстояние. Подобная структура ПО позволяет с его помощью получать изображение, обрабатывать его, сохранять на различных носителях и распечатывать твердые копии.

Данный программный продукт максимально полно отвечает требованиям решения задачи профилактических исследований легких у населения. Наличие блока программы для заполнения и хранения протокола исследования в виде стандартизированной формы создает возможность автоматизации анализа данных с выдачей диагностических рекомендаций, а также автоматизированного расчета различных статистических показателей. Также предусмотрена возможность передачи снимков и протоколов при использовании современных систем связи с целью консультаций диагностически сложных случаев в специализированных учреждениях.

Медицинские информационные системы призваны повысить качество и доступность медицинских услуг. Использование новых информационных технологий в современных медицинских центрах позволит легко вести полный учет всех оказанных услуг, сданных анализов, выписанных рецептов. Также при автоматизации медицинского учреждения заполняются электронные амбулаторные карты и истории болезни, составляются отчеты и ведется медицинская статистика. Автоматизация медицинских учреждений – это создание единого информационного пространства ЛПУ, что, в свою очередь, позволяет создавать автоматизированные рабочие места врачей, организовывать работу отдела медицинской статистики, создавать базы данных, вести электронные истории болезней и объединять в единое целое все лечебные, диагностические, административные, хозяйственные и финансовые процессы. Использование информационных технологий в работе поликлиник или стационаров значительно упрощает ряд рабочих процессов и повышает их эффективность при оказании медицинской помощи.

3.3. Системы поддержки принятия решений

Компьютерные системы поддержки врачебных решений в диагностике и лечении. Поддержка принятия решения может быть определена как совокупность процедур, обеспечивающих лицо, принимающее решения, необходимой информацией и рекомендациями, облегчающими процесс принятия решения. Применительно к медицине системы поддержки принятия врачебного решения представляют собой информационные системы, предназначенные для автоматизации всего технологического процесса врача соответствующей специальности, а именно процесса принятия диагностических, лечебных, профилактических, организационных и других решений.

Процесс принятия решений основан на выборе и использовании определенных математических методов: системного анализа, исследования операций, прогнозирования, оптимизации и имитационного моделирования.

Методы прогнозирования. В процессе лечения врачу неоднократно приходится решать задачи прогнозирования, исходя из анамнеза, накопленного опыта лечения, объективных данных о больном и реакции организма на предшествующее лечение. Врач выбирает те или иные лечебные воздействия, предполагая ту или иную реакцию от их применения. Как правило, прогнозирование распространяется только на текущий или следующий этап лечения. В то же время врач, выбирая схему лечения, вправе ожидать определенного эффекта и в течение более длительного временного периода. Точность прогнозирования в значительной мере определяется априорными знаниями, однако количество привходящих факторов может достигать значительной величины. В связи с этим возникает необходимость в систематизации априорной информации и в разработке объективных методов и средств прогнозирования. В настоящее время для прогнозирования используется свыше 100 методов, основными из которых являются: экстраполяция, экспертные оценки, морфологическое расчленение и моделирование.

Экстраполяция – это перенос событий и состояний, наблюдавшихся в недалеком прошлом, на будущее. Метод морфологического расчленения предусматривает разделение проблемы на цели прогнозирования, однако определение степени

значимости каждой из целей представляет определенную трудность.

Метод моделирования основан на целесообразном абстрагировании развития событий в будущем. Различают модели логические, информационные и математические. Метод математического моделирования является наиболее общим и одновременно с тем достаточно строгим. Метод экспертных оценок положительно показал себя при выборе направлений развития технологии, оценке периодов прогнозирования и выборе характерных объектов техники. Этот метод является вспомогательным и необходим для качественного ранжирования и в других случаях, не связанных с прогнозированием количественных параметров. Применительно к медицинскому прогнозированию наиболее эффективными являются метод математической модели и экспертных оценок. Прогнозирование с помощью математической модели влечет за собой решение задач на компьютере. Различают краткосрочное (в пределах одного шага лечения), среднесрочное (на весь период лечения больного в стационаре) и долгосрочное прогнозирование.

Метод экспертных оценок используется, как правило, для оценки течения заболевания на ближайший период, но в сочетании с методом математического моделирования (например, при проведении имитационного эксперимента) может применяться и для среднесрочного прогноза. Метод математической модели позволяет осуществлять и краткосрочный, и среднесрочный прогнозы.

Следует отметить, что при любом виде прогноза важно мнение экспертов-медиков, а лечащий врач является решающим звеном системы прогнозирования.

Основные информационные источники априорных знаний таковы:

1. В первую очередь это многовековой опыт, пополненный в последние годы научными знаниями о природе заболеваний и механизмах лечебных воздействий.

2. Во-вторых, в многопрофильных клиниках всегда доступен большой архивный материал, содержащий сведения о ранее лечившихся больных с подобными заболеваниями. В большинстве случаев такой архивный материал может быть использован как источник объективной информации. К сожалению, данные этого

источника информации не всегда могут быть статистически обработаны.

3. Третьим источником информации являются данные объективного обследования больного перед началом и в ходе лечения. Текущая информация способствует уменьшению первоначальной неопределенности и содержит в себе данные о значениях физиологических параметров в конкретные моменты времени, а также, отражает динамику изменения этих параметров в ответ на очередное лечебное воздействие.

Методы оптимизации и моделирования. Основная задача при лечении хронического заболевания – предотвратить его прогрессирование, достичь состояния устойчивой компенсации, сохранить работоспособность. При этом возникает необходимость в регулировании внутренней среды организма (гомеостаза). Лечебное воздействие при этом должно содействовать выполнению критерия оптимальности – приведению физиологических показателей, затронутых патологией, на желаемый уровень стабилизации. Патология затрагивает, как правило, только группу наиболее связанных между собой параметров, характеризующих деятельность определенной подсистемы организма. При этом можно выделить существенные параметры, изменение которых дает преимущественную информацию о патологии в процессе ее лечения и величину которых необходимо поддерживать в определенных пределах.

Из множества возможных вариантов в процессе лечения заболевания врач выбирает с учетом конкретных условий тот или иной способ достижения поставленной цели. Возникает задача оптимизации процесса лечения. Основной задачей оптимизации является выбор наилучшего из вариантов лечения.

Неоднородный характер процесса лечения одного и того же хронического заболевания, связанный с индивидуальностью больных, требует индивидуального подхода к поиску алгоритма лечения.

Решать эту задачу оптимизации без учета индивидуальных особенностей больного нельзя, так как в подобном случае лечение будет проходить по «усредненной схеме» и не будет являться оптимальным для отдельного больного.

Поиск алгоритма оптимального лечения непосредственно на больном зачастую не выполним. В данном случае необходимо

применять метод имитационного моделирования на компьютере. Суть метода состоит в «проигрывании» различных схем лечения на экспериментальной модели. В ходе имитационного моделирования производится оценка каждого опробованного метода и выбирается наилучший из них. Отработку алгоритма лечения на имитационной модели проводят индивидуально для каждого больного:

1. Перед началом лечения «проигрывается» вся схема лечения на весь его период и делаются предварительные выводы. Моделирование проводится только на основании предполагаемых воздействий лечащего врача.

2.«Проигрывание» проводится на весь период лечения по спроектированному оптимальному алгоритму, в котором предусматривается участие лечащего врача; проводится сравнение результатов 1-го и 2-го моделирования.

3. Имитация проводится в любой момент времени, когда в соответствии с новой ситуацией лечащий врач изменяет лечебные воздействия (оперативная тактика).

Для интеллектуальной поддержки выбора тактики лечения заболеваний в условиях неполной априорной информации и ряда неопределенностей для повышения эффективности принимаемых решений рекомендуется врачебным персоналом использовать следующие приемы и подходы:

- методы формализации априорной информации, поступающей от лечащего врача;

- применение математического моделирования для организации и реализации имитационного эксперимента на весь период лечения с использованием компьютера в диалоговом режиме в ускоренном масштабе времени и на каждый шаг лечения в реальном масштабе времени;

- использование оптимальных значений лечебных воздействий, полученных в результате решений оптимизационной задачи методами математического программирования для выбора лечения на начальном шаге принятия решений и для осуществления имитационного эксперимента и планировании;

- применение логических моделей диагностики и выбора лечения заболеваний;

- комплексная диагностическая визуализация;

- принятие решений на основе теории игр.

Роль лечащего врача в процессе принятия решений требуется подчеркнуть особо. В независимости от типа используемой математической модели, поставленных задач и качества программного обеспечения, лечащему врачу отводится главная роль в принятии решения. Врач по-прежнему остается тем лицом, который принимает окончательное решение.

3.4. Системы искусственного интеллекта

Экспертные системы. Одной из самых сложных задач практического здравоохранения является диагностика, во многом определяющая успех всей дальнейшей работы. Точность и своевременность диагностики зависит от квалификации специалиста, его умения правильно проанализировать ситуацию.

Экспертная система – это программное средство, использующее экспертные знания для обеспечения высокоэффективного решения неформализованных задач в узкой предметной области. Основу экспертных систем составляют базы знаний (БЗ) о предметной области, которые накапливаются в процессе построения и эксплуатации экспертных систем (ЭС). Накопление знаний о предметной области исследований – свойство экспертных систем (рис.3.8).



Рис.3.8. Свойства и компоненты экспертных систем

Оно включает в себя следующие компоненты.

1. Применение профессионального опыта для решения стоящих проблем. Опыт представляет уровень

высококвалифицированных специалистов в данной области и обеспечивает точность и эффективность решения.

2. Наличие прогностических возможностей, при которых ЭС выдает ответы не только для конкретной ситуации, но и показывает возможность изменения этих ответов во вновь возникающих ситуациях.

3. Обеспечение нового качества в виде институциональной памяти за счет входящей в ЭС базы знаний, разработанной в ходе взаимодействия со специалистами в данной отрасли медицины. Этот набор знаний становится сводом квалифицированных мнений. С помощью этого опыта эксперт моделирует реализуемые стратегии лечения пациента.

4. Возможность обучения и проведения дополнительных тренировок при изменении правил и необходимости усовершенствования.

ЭС представляет собой прикладную программу, созданную совместно специалистами в области медицины и специалистами в области математики и программирования. Для удобства его использования врачом проектируется специальный программный интерфейс, облегчающий врачу работу по постановке диагноза.

Современные системы искусственного интеллекта, обладающие знаниями высококвалифицированных специалистов, стали все чаще выступать в роли электронных экспертов. По способу решения диагностической задачи различают вероятностные и экспертные системы. Вероятностные системы диагностики основываются на реализации одного из методов распознавания образов или сложных статистических методов принятия решений. Врач является конечным пользователем, для которого создается интерфейс и входной язык, для доступа к базам знаний.

В экспертных системах реализована логика принятия диагностического решения опытным врачом. Экспертные системы принадлежат к классу систем искусственного интеллекта. Принятие решений обеспечивается по исходной информации на основе базы знаний, хранящей знания экспертов. Общий принцип, положенный в основу формирования диагностических экспертных систем – включение в базу знаний синдромов, отражающих текущее состояние биологических систем организма пациентов.

Разрабатываемые в настоящее время медицинские экспертные системы просты и решают узкоспециализированные задачи медицинской диагностики. Ситуации, в которых применение ЭС может быть оправдано:

- диагностика угрожающих жизни состояний в условиях дефицита времени;
- технологически ограниченные текущие возможности обследования;
- скудная, недостаточно полная клиническая симптоматика;
- быстрые, угрожающие здоровью темпы развития заболевания.

В создании экспертных систем участвуют, как правило, врач-эксперт, математик и программист. Ведущая роль в разработке такой системы отводится врачу. Однако, как правило, именно извлечение знаний эксперта и формализация этих знаний являются самыми сложными задачами. Экспертная система состоит из четырех основных программных компонентов:

1. Сформированная и размещенная в памяти компьютера база знаний.
2. Машина вывода в виде эвристических методов и алгоритмов.
3. Программный модуль поиска и извлечения данных из базы знаний.
4. Удобная для пользователя система объяснения принятых решений.

Кроме того, хорошая экспертная система имеет блок для пополнения базы знаний (система с обучением). База знаний содержит факты и правила. Факты являются краткосрочной информацией и могут изменяться в ходе одного сеанса работы. Правила составляют долговременную информацию о том, как получать новые факты на основе известных данных. Машина вывода представляет собой высокоуровневый интерпретатор, который осуществляет цепочку рассуждений на основе фактов и правил и приводит к конечному решению. Машина вывода обычно имеет дело с ненадежными знаниями; решение этой задачи в настоящее время производится с помощью байесовской логики, нечеткой логики, введения коэффициентов уверенности, что дает на практике приемлемые результаты.

Извлечение знаний является самым трудоемким процессом. Как правило, специалист по технологии экспертных систем различными путями получает от экспертов знания, которые добавляются в экспертную систему. Применение формализованного подхода позволяет добиться правильного представления знаний эксперта в компьютере. Обычно это долгий и дорогой процесс.

Суть процесса формирования знаний заключается в проведении экспертами интуитивно-логического анализа предметной области с количественной оценкой формулируемых ими суждений. На этом этапе эксперты формируют объекты и понятия в предметной области, т.е. цели, решения, альтернативные ситуации. Затем эксперты производят измерение характеристик вероятности свершения событий, коэффициенты значимости целей, предпочтения решений. Экспертное оценивание представляет собой процесс измерения, который можно определить как процедуру сравнения объектов по выбранным показателям (признакам). В этом определении фигурируют три понятия: объект, показатель (признак) и сама процедура сравнения.

Объектами могут быть предметы, явления, решения. В качестве показателей сравнения могут использоваться пространственно-временные, физические и психические и другие свойства характеристики объектов. Процедура сравнения включает в себя определение причинно-следственных связей между объектами и установление степени влияния одних объектов на другие.

Система объяснения принятых решений позволяет облегчить процесс общения человека с компьютерной экспертной системой. Наличие такой системы объяснения, при необходимости, дает возможность человеку вмешаться при необходимости в процесс принятия решения.

Работа экспертных систем должна отвечать следующим требованиям:

- выводы экспертной системы должны быть конкретными и обоснованными и включать в себя структурированное, понятное пользователю-врачу, описание фактов и правил по каждому вопросу;

- поведение системы должно моделировать поведение грамотного врача при решении диагностической задачи, моделировать его методы поиска решений;

- программы должны адаптироваться к изменениям совокупности медицинских знаний, полученных после создания применяемой системы.

Экспертные системы позволяют не только производить раннюю доклиническую диагностику, но также оценивать сопротивляемость организма и его предрасположенность к заболеваниям, в том числе онкологическим.

Самообучающиеся интеллектуальные системы. Среди экспертных медицинских систем особое место занимают так называемые самообучающиеся интеллектуальные системы (СИС). Они основаны на методах автоматической классификации ситуаций из реальной практики или на методах обучения на примерах. Наиболее яркий пример СИС — искусственные нейронные сети.

Искусственные нейронные сети (ИНС) - это структура для обработки когнитивной информации, основанная на моделировании функций мозга. Основу каждой ИНС составляют относительно простые, в большинстве случаев однотипные элементы (ячейки), имитирующие работу нейронов мозга. Каждый нейрон характеризуется своим текущим состоянием по аналогии с нервными клетками головного мозга, которые могут быть возбуждены или заторможены. Искусственный нейрон обладает группой синапсов - однонаправленных входных связей, соединенных с выходами других нейронов, а также имеет аксон - выходную связь данного нейрона, с которой сигнал (возбуждения или торможения) поступает на синапсы следующих нейронов.

Для ИНС характерен принцип параллельной обработки сигналов, что достигается путем объединения большого числа нейронов в так называемые слои и соединения нейронов различных слоев. Теоретически количество слоев и количество нейронов в каждом слое может быть произвольным, однако фактически оно ограничено ресурсами компьютера. В общем случае, чем сложнее ИНС, тем масштабнее задачи, которые решает ИНС.

Наиболее важным отличием ИНС от остальных методов прогнозирования является возможность конструирования экспертных систем самим врачом-специалистом, который может передать нейронной сети свой индивидуальный опыт и опыт своих

коллег или обучать сеть на реальных данных, полученных путем наблюдений. Нейронные сети способны принимать решения, основываясь на выявляемых ими скрытых закономерностях в многомерных данных. Положительное отличительное свойство ИНС состоит в том, что они не программируются, т.е. не используют никаких правил вывода для постановки диагноза, а обучаются делать это на примерах. В ряде случаев ИНС могут демонстрировать удивительные свойства, присущие мозгу человека, в том числе отыскивать закономерности в запутанных данных.

Нейронные сети нашли применение во многих областях техники, где они используются для решения многочисленных прикладных задач: в космонавтике, автомобилестроении, банковском и военном деле, страховании, робототехнике, при передаче данных. Другое, не менее важное, свойство нейронной сети состоит в способности к обучению и обобщению полученных знаний. Сеть обладает чертами так называемого искусственного интеллекта. Натренированная на ограниченном множестве обучающих выборок, она обобщает накопленную информацию и вырабатывает ожидаемую реакцию применительно к данным, не обрабатывавшимся в процессе обучения.

Примеры использования экспертных систем в медицине.

В области хирургии на основе ИНС создана система прогнозирования риска развития желчнокаменной болезни у людей с избыточной массой тела. Авторы ретроспективно изучили антропоморфометрические, анамнестические, клинические и лабораторные данные 117 прооперированных пациентов с ожирением. Была построена ИНС, обученная алгоритмом обратного распространения. Использовались 30 входных переменных, включая клинические данные (пол, возраст, индекс массы тела, сопутствующие заболевания), лабораторные показатели и результаты гистологического исследования. Прогнозирующую ценность ИНС сравнивали с моделью логистической регрессии, обученной на той же базе данных. ИНС продемонстрировала лучшую прогнозирующую ценность и более низкую ошибку, чем модель логистической регрессии. Наиболее важные факторы риска желчнокаменной болезни, по данным обеих методик, — повышенное диастолическое артериальное давление,

преморбидный фон, нарушение метаболизма глюкозы и повышение уровня холестерина крови.

В **эндоскопии** использовались нейросетевые технологии для сортировки больных с неварикозными кровотечениями из верхних отделов желудочно-кишечного тракта. Была исследована эффективность ИНС, обученной по клиническим и лабораторным данным 387 пациентов с изучаемой патологией, верификация — по данным 200 пациентов с проведением ROC-анализа. На выходе сети имелись две результирующие переменные: наличие или отсутствие признаков продолжающегося кровотечения и потребность в лечебной эндоскопии.

В **онкоурологии** прогнозировали 5-летнюю выживаемость пациентов, перенесших радикальную цистэктомию по поводу рака мочевого пузыря. Для этого были разработаны и сравнены ИНС и модель логистической регрессии (МЛР). Выявлено, что единственными статистически достоверными предсказателями 5-летней выживаемости оказались стадия опухоли и наличие или отсутствие прорастания в соседние органы

Применили ИНС также для автоматизированного **анализа биоптата предстательной железы**. Методика основывалась на выявлении общего простат-специфического антигена и определении его процента. Другие авторы использовали ИНС для выявления группы риска рака предстательной железы.

В **трансплантологии** применили нейросетевые технологии в прогнозировании отсроченного снижения креатинина сыворотки крови у детей после трансплантации почки. Для выявления корреляции между входными переменными и искомым результатом у пациентов, подлежащих трансплантации почки, была создана искусственная нейронная сеть, обученная на 107 клинических примерах. Были отобраны наиболее важные переменные, коррелирующие с результатом: креатинин сыворотки крови в день пересадки, диурез за первые 24 часа, эффективность гемодиализа, пол реципиента, пол донора, масса тела в первый день после пересадки, возраст.

В медицинской **радиологии** использовали нейронную сеть для классификации изображений МРТ с целью автоматизированного обнаружения гиппокампаального склероза. ИНС была обучена на 144 примерах изображений и позволяла классифицировать изменения в ткани головного мозга

относительно наличия склеротических изменений. Была создана ИНС для автоматизированной идентификации костных структур и оценки надежности этой методики по сравнению с традиционными. Кроме того, сегментацию структур кости ИНС выполнила в 10 раз быстрее.

В **неврологии** применили нейросеть для прогнозирования эпилептических приступов на основе анализа электроэнцефалограмм. Прогностическая точность метода составила 98 – 100 %.

Современные технические возможности позволяют выйти на качественно новый уровень представления течения заболевания, а именно на основе экспертных автоматизированных технологий смоделировать типовое развитие патологического процесса. Экспертные компьютерные медицинские системы позволяют врачу не только проверить собственные диагностические предположения, но и обратиться к компьютеру за консультацией в трудных диагностических случаях

Одной из самых известных экспертных систем является система **MYSIN**, разработанная в Стэнфордском университете. Система **MYSIN** предназначена для диагностики различных септических состояний и менингококковых инфекций. Система ставит соответствующий диагноз, исходя из представленных ей симптомов, и рекомендует курс медикаментозного лечения любой из диагностированных инфекций. Она включает в общей сложности 450 правил. Качество диагностики оценивается на уровне квалифицированного врача.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под медицинским обеспечением диагностических систем?
2. Что понимают под аппаратным обеспечением диагностических система?
3. В чем отличие цифровой и аналоговой формы представления сигналов?
4. Объясните работу канала измерения диагностических систем.
5. Опишите функции датчиков диагностических систем, приведите примеры.

6. В чем заключаются функции персонального компьютера диагностических систем?
7. Что означает термин «функциональная диагностика»?
8. В чем заключаются функции метода кардиографии и ее аппаратуры?
9. В чем отличие фонокардиографии от кардиографии?
10. Что такое «тонометрия», назовите типы тонометров.
11. В чем заключается процесс реографии, назовите ее разновидности.
12. Расскажите о методе энцефаллографии и принципе работы энцефаллографа.
13. Что такое электромиография, чем измеряется состояние скелетных мышц?
14. Опишите методы и приборы исследования органов дыхания.
15. Для чего нужны газоанализаторы?
16. Каковы функциональные возможности АРМ – врачей?
17. Назовите системные и технологические требования, предъявляемые к АРМ-врачей?
18. Каковы функции технического, программного и организационного обеспечения рабочего места врача?
19. Расскажите о прикладных программах, входящих в состав программного обеспечения компьютера АРМ-врача.
20. Что такое программная реконструкция изображения?
21. Что входит в состав специализированного программного обеспечения АРМ-врача.
22. Объясните суть электронной истории болезни пациента.
23. Каковы требования к электронной истории болезни?
24. Какова структура электронной истории болезни?
25. В чем суть активности истории болезни конкретного пациента?
26. Опишите функции персонального компьютера в медицинской практике.
27. В чем роль компьютеров в стоматологии?
28. Каковы функции компьютера в томографии?
29. Каковы функции компьютера в о флюорографии?
30. В чем суть систем поддержки принятия решения?
31. Опишите применяемые на практике методы прогнозирования.
32. Назовите основные источники априорных знаний.
33. Расскажите о методах оптимизации и моделирования.

34. Что такое экспертная система?
35. Назовите основные компоненты экспертных систем.
36. Перечислите ситуации, в которых необходимо использовать ЭС.
37. Назовите программные компоненты ЭС.
38. В чем суть процесса формулирования знаний?
39. Перечислите требования, предъявляемые к ЭС.
40. Каковы особенности самообучающихся интеллектуальных систем?
41. Назовите сферы применения ЭС.
42. В чем заключается особенности использования ЭС в эндокринологии, урологии, анализе биоптата предстательной железы?
43. Рассмотреть применение ЭС в трансплантологии, радиологии, неврологии.
44. Приведите пример современной ЭС в медицине.

ГЛАВА 4. СОВРЕМЕННЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ

4.1. Медицинские информационные системы

Переход здравоохранения на принципы бюджетно-страховой системы финансирования потребовал от органов управления здравоохранения, фондов обязательного медицинского страхования, страховых медицинских организаций и конкретных лечебно-профилактических учреждений решения проблем построения и налаживания устойчивого функционирования медицинских информационных систем (МИС).

Информационная система - это комплекс методологических, программных, технических, информационных, правовых и организационных средств, поддерживающих процессы функционирования информатизируемой организации. Существуют различные формальные определения медицинской информационной системы.

Наиболее широко применяемая: Медицинская автоматизированная информационная система - это совокупность программно-технических средств, баз данных и знаний, предназначенных для автоматизации процессов, протекающих в лечебно-профилактическом учреждении».

Информационная система может быть, в зависимости от необходимости участия человека, автоматической или автоматизированной. Поскольку лечебно-диагностический процесс не может протекать без участия человека, то из определения часто опускается слово «автоматизированная».

МИС представлены системами поддержки деятельности сотрудников управления здравоохранением и системами поддержки деятельности работников практического здравоохранения.

Цели, задачи и функции МИС. Основной целью любой МИС является повышение качества лечебно-профилактической помощи. Непосредственными задачами МИС являются:

- максимальная сохранность результатов медицинских наблюдений за пациентами;
- оптимизация доступа специалистов к результатам медицинского наблюдения за больными;

- сокращение бумажного документооборота;
- сокращение сроков обследования и лечения больных;
- улучшение качества медицинского обслуживания;
- рациональное расходование медицинских ресурсов и равномерная загрузка медицинского персонала;
- повышение эффективности работы диагностических служб;
- улучшение профилактической работы;
- эффективное управление лечебным учреждением;
- удовлетворение потребности пациентов в высокотехнологичном и качественном лечении.

При выполнении задач, стоящих перед МИС, реализуются следующие функции:

- создание единого информационного пространства, следствиями чего являются ускоренный доступ к информации, повышение качества медицинского обслуживания;
- оперативное управление и контроль за лекарственными и диагностическими назначениями (ввод рецептов, ввод заказов на лабораторные анализы и диагностические исследования, вывод результатов);
- быстрое принятие управленческих решений;
- оперативный учет финансовых затрат на пациентов;
- учет реальной нагрузки на каждого сотрудника, составление эффективного расписания исследований пациентов;
- быстрое извлечение всей клинической информации о пациенте;
- эффективный сбор информации для проведения научно-исследовательской работы;
- использование современных методов обработки и анализа данных;
- мониторинг и управление качеством медицинской помощи, снижение вероятности врачебной ошибки;
- повышение прозрачности деятельности медицинского учреждения;
- анализ экономических аспектов оказания медицинской помощи.

По разным оценкам в рукописной истории болезни содержится от 40 до 70 % информации о больном, полученной в ходе лечебного процесса. Остальная часть информации находится либо в собственных архивах служб либо безвозвратно утеряна.

Около 11% лабораторных исследований необходимо проводить повторно вследствие того, что предыдущие данные невозможно отыскать.

Классификация МИС. Классификация МИС зависит от многообразия решаемых ими задач. Например, статистические информационные системы (ИС), системы учета и управления ресурсами здравоохранения, внедряемые практически повсеместно, позволяют получить результаты управления ресурсами. Есть достаточно широкий класс медико-технологических ИС. Они предназначены для информационного обеспечения процессов диагностики, лечения, реабилитации и профилактики пациентов в лечебно-профилактических учреждениях, а также для реализации определенных врачебных функций и дополнительных возможностей, которые повышают эффективность лечебного процесса. Научно-исследовательские ИС используются для информационного обеспечения медицинских исследований в клинических научно-исследовательских институтах. Обучающие ИС предназначены для информационного обеспечения процессов обучения в медицинских учебных заведениях. Весь спектр задач и созданных для их решения систем очень широк.

Медицинские информационные системы присутствуют во всех областях медицины и соответствуют многоуровневой структуре здравоохранения:

1. Базовый (клинический) уровень - врачи разного профиля.
2. Уровень учреждений - поликлиники, стационары, диспансеры.
3. Территориальный уровень - профильные и специализированные медицинские службы и региональные органы управления.
4. Общегосударственный уровень - госучреждения и органы управления.

Медицинские информационные системы базового уровня. Их основная цель - компьютерная поддержка работы врачей разных специальностей. Эти МИС позволяют повысить качество профилактической и лабораторно-диагностической работы, особенно в условиях массового обслуживания при дефиците времени квалифицированных специалистов.

По решаемым задачам выделяют следующие МИС базового уровня:

- информационно-справочные системы;
- консультативно-диагностические системы;
- приборно-компьютерные системы;
- автоматизированные рабочие места специалистов;
- информационно-справочные системы (ИСС) для поиска и выдачи медицинской информации по запросу пользователя.

Информационные массивы таких систем содержат медицинскую справочную информацию различного характера. Это фактически базы и банки данных, они предназначены для ввода, хранения, поиска и выдачи медицинской справочной информации по запросу пользователя. Это может быть научная информация по различным медицинским дисциплинам, справочная статистическая и технологическая информация широкого профиля, учетно-документальная информация.

Медицинские консультативно-диагностические системы (МКДС) предназначены для диагностики патологических состояний и выработки рекомендаций по способам лечения при заболеваниях различного профиля и для разных категорий больных. Данные системы позволяют на основе информации о клинических проявлениях и тестов сделать квалифицированное заключение по каждому конкретному случаю и выработать оптимальную стратегию лечения больного. Входной информацией для таких систем служат данные о симптомах заболевания, которые вводят в компьютер в диалоговом режиме, или в формате специально разработанных информационных карт. МКДС по своему назначению идентичны ранее рассмотренным экспертным системам.

Медицинские информационные системы лечебно-профилактических учреждений. Они представлены следующими основными группами.

1) Информационные системы консультативных центров предназначены для обеспечения функционирования соответствующих подразделений и информационной поддержки врачей при консультировании, диагностике и принятии решений при неотложных состояниях.

ИС консультативных центров подразделяются на:

- врачебные консультативно-диагностические системы служб скорой и неотложной помощи;

- системы для дистанционного консультирования и диагностики неотложных состояний в педиатрии других клинических дисциплинах.

2) Банки информации медицинских служб. Они содержат сводные данные о качественном и количественном составе работников учреждения, прикрепленного населения, основные статистические сведения, характеристики районов обслуживания и другие необходимые сведения.

3) Персонифицированные регистры. Они содержат информацию на прикрепленный или наблюдаемый контингент на основе формализованной истории болезни или амбулаторной карты. Регистры обеспечивают участковым, семейным врачам, специалистам, ординаторам возможность быстрого получения необходимой информации о пациенте, контроля за динамикой состояния, анализа качества лечебно-профилактических мероприятий, получение статистических отчетных форм.

4) Скрининговые системы. Они предназначены для проведения доврачебного профилактического осмотра населения, а также для выявления групп риска и больных, нуждающихся в помощи специалиста.

5) Информационные системы лечебно-профилактических учреждений. Они основаны на объединении всех информационных потоков в единую систему и обеспечивают автоматизацию различных видов деятельности учреждения. К ним относятся:

а) Информационные системы поликлинических учреждений, предназначенные для организации и анализа работы специалистов и лечебно – диагностических кабинетов поликлиники, хранения информации о прикрепленном к данной поликлинике населении и формирования всей необходимой медико – статистической отчетности.

б) Информационные системы медицинских учреждений стационарного типа, предназначенные для регистрации обращений пациентов в приемное отделение стационара, их движения по лечебным отделениям, накопления в базе данных анамнестических, клинических, диагностических и иных сведений, персонального учета лекарственных средств и итогов пребывания больного в стационаре.

б) Информационные системы НИИ и медицинских вузов. Они решают три основные задачи: информатизацию технологического процесса обучения, научно-исследовательской работы и управленческой деятельности НИИ и вузов.

Информационные системы территориального уровня. Это программные комплексы, обеспечивающие управление специализированными и профильными медицинскими службами поликлинической (включая диспансеризацию), стационарной и скорой медицинской помощью населению на уровне территории (города, области, республики).

На этом уровне медицинские информационные системы представлены следующими группами:

- информационные системы территориального управления здравоохранения, осуществляющие накопление и обработку информации о работе всех медицинских учреждений территории;

- персонифицированные регистры территориального уровня (базы и банки данных), содержащие информацию об определенных контингентах больных (профессиональные заболевания, сахарный диабет, наркология);

- информационные системы отделений (центров) по оказанию экстренной консультативной помощи, обеспечивающие межбольничное взаимодействие для проведения дистанционных консультаций, выезда специалистов и эвакуации больных с целью оказания квалифицированной и специализированной медицинской помощи;

- информационные системы Фондов обязательного медицинского страхования, обеспечивающие информационную поддержку планирования и контроля финансирования медицинских учреждений;

- информационные системы для организации и контроля лекарственного обеспечения населения, в том числе – учета льготных лекарственных средств.

- компьютерные телекоммуникационные медицинские сети, обеспечивающие создание единого информационного пространства на уровне региона.

Медицинские информационные системы республиканского уровня.

Системы этого класса предназначены для информационной поддержки государственного уровня системы здравоохранения на

основе данных, получаемых от территориальных управлений здравоохранения по утвержденным статистическим отчетным формам.

К ним относятся:

- ИС государственных органов здравоохранения (министерств, главков, управлений);

- статистические МИС, осуществляющие сбор, обработку и получение по республике сводных данных по основным медико-социальным показателям. При этом основой национальной медицинской статистики является сводная информация о состоянии здоровья населения и показатели деятельности органов и учреждений здравоохранения.

- медико-технологические ИС. Эти системы осуществляют решение задач мониторинга и информационной поддержки деятельности медицинских работников специализированных медицинских служб на республиканском уровне. ИС специализированных служб предусматривают обеспечение преемственности на всех этапах и уровнях деятельности, ведение государственных регистров («Национальный регистр сахарного диабета», «Государственный раковый регистр», «Государственный медико-дозиметрический регистр», регистр страдающих туберкулезом, регистр детей с врожденными патологиями, регистр профзаболеваний и профпоражений трудящихся) и специализированных информационно-справочных систем;

- отраслевые МИС, осуществляющие информационную поддержку отраслевых медицинской служб (Министерства обороны, Министерства по чрезвычайным ситуациям);

- компьютерные телекоммуникационные медицинские сети, обеспечивающие создание единого информационного пространства здравоохранения на уровне государства.

4.2. Госпитальные информационные системы

В последние годы технологии медицинских информационных систем получили новый виток развития. Следствием этого стало появление так называемых госпитальных информационных систем. Госпитальная информационная система – система регистрации, ввода, хранения, систематизации и обработки общих сведений и

всей совокупности специальной информации о пациенте, реализованная не в отдельно взятом врачебном кабинете или отделении, а на уровне всего лечебно-профилактического учреждения.

В качестве базового компонента госпитальная информационная система содержит в себе виртуальный (электронный) эквивалент «истории болезни» и «медицинской карты амбулаторного больного», а также целый ряд подсистем и модулей, обеспечивающих работу различных категорий медицинских работников.

Разработанная и применяемая в настоящее время «Госпитальная информационная система» многопрофильного лечебно-профилактического учреждения, имеющего в своем составе отдельный консультативно-диагностический центр, состоит из двух основных подсистем: подсистема «ПОЛИКЛИНИКА» и подсистема «СТАЦИОНАР».

Подсистема «Поликлиника» обеспечивает автоматизацию работы персонала консультативного центра (или поликлиники), включая всех специалистов (участковых врачей), административных работников, сотрудников диспетчерской, регистратуры и других подразделений.

Представляет собой ядро системы, содержащее первичную информацию истории болезни пациента, а также интерфейсы чтения и записи данной информации. Имеет в своем составе несколько модулей.

Модуль «Регистратура» позволяет регистрировать первичных пациентов и создавать карту с уникальным идентификационным номером пациента, производить поиск пациента (групп пациентов) по фамилии, году, нозологическим формам, типам диагнозов, локализации процесса, стадиям. После осуществления поиска и выбора конкретного пациента предоставляет возможность редактирования всех позиций (год, кабинет, адрес) по выбранному пациенту. Структура заполнения электронной амбулаторной карты должна соответствовать всем официальным медицинским стандартам.

Модуль «Регистратура» может иметь несколько дополнительных модулей:

- модуль штрих-кодов, обеспечивающий унифицированный перевод базы данных поликлиники в базу данных (PACS)

рентгенодиагностического отделения с учетом кириллицы и латыни (автоматическая транслитерация), а также с учетом всех возможных написаний дат на различных модификациях аппаратов;

- модуль совмещения базы данных пациентов с базой данных страховых компаний;

- модуль отчетов, составляемых для внутреннего пользования, а также для предоставления в вышестоящие учреждения по соответствующим запросам.

Модуль «Диспетчерская» решает задачу распределения направлений пациентов на различные исследования, установки очереди и равномерной загрузки кабинетов медицинского учреждения. Задача решается, исходя из текущей загруженности кабинетов, данных о графике их работы, длительности распределяемых исследований.

Модуль «Лечащий врач» (кабинеты врачей) обеспечивает полную информационную поддержку работы участкового, семейного врача, или врача-консультанта.

Подсистема «Стационар» предназначена для автоматизации работы персонала стационара медицинского учреждения. Приложения этой подсистемы предназначены для просмотра, редактирования, добавления медицинской информации, формируемой при прохождении пациентом различных обследований, консультаций врачей, нахождения в стационарах, сдачи анализов и других видах медицинских данных о пациентах. Подсистема «Стационар» может включать следующие дополнительные модули.

Модуль «Дежурная сестра» – обеспечивает все функциональные обязанности постовой медицинской сестры.

Модуль «Приемное отделение» имеет все функции модуля «Регистратура», а также обеспечивает регистрацию пациента в очереди на плановую госпитализацию.

Модуль «Лечащий врач» (кабинеты врачей) – представляет собой полнофункциональный вариант автоматизированного рабочего места врача по специальности.

Модуль «Движение больных» – отслеживает информацию о поступивших, выбывших или умерших больных за определенный период времени. Может генерировать отчеты о движении больных в стационаре (переводы из одного отделения в другое), а также об основных показателях использования коечного фонда.

Модули профильных отделений – обеспечивают взаимосвязанную работу всех подсистем каждого профильного отделения данного учреждения.

Модуль «Статистика» – предоставляет возможность получения отчетных данных о работе структурного подразделения клиники, за любой временной период.

Кроме подсистем «Поликлиника» и «Стационар» в состав госпитальной информационной системы, как и в состав большинства других систем, входит подсистема «Администратор». Эта подсистема предназначена для технических работников, она включает в себя возможности конфигурирования всей системы, включая настройку пользовательского интерфейса, доступа пользователей, подключения внешних программ, обеспечение защиты данных.

Создание единого информационного пространства лечебного

учреждения. Современная концепция информатизации деятельности лечебно-профилактических учреждений предполагает создание так называемого единого информационного пространства медицинского учреждения и комплексное внедрение различных по функции медицинских информационных систем во все сферы деятельности лечебного учреждения. Связь между отдельными компонентами единой информационной системы осуществляется с помощью мощной локальной вычислительной сети.

Центральным звеном единой информационной системы лечебно-профилактического учреждения является описанная выше госпитальная информационная система, обеспечивающая работу основных клинических служб: поликлиники, стационара, приемного отделения. Помимо госпитальной информационной системы единое информационное пространство учреждения составляют информационные системы клинических и диагностических отделений, административно-хозяйственная система, а также информационная система аптеки. Для обеспечения доступа к данным некоторых диагностических исследований (например, рентгенография, МРТ, КТ) из любого помещения клиники (кабинет лечащего врача), а не только из диагностического кабинета, в состав единой информационной системы обязательно входят рабочие станции и серверы. Все преимущества от внедрения в работу единой информационной системы, безусловно, очевидны.

Один только недостаток – высокая стоимость. Существенные финансовые затраты необходимы не только на этапе внедрения, но в процессе эксплуатации, причем последние могут быть значительно выше.

Создание такой информационной системы всегда происходит в несколько этапов:

1. Изучение объекта автоматизации, выявление основных технологических процессов учреждения, систематизация документооборота, обследование так называемой предметной области, т.е. количество и профильность отделений, количество «конечных пользователей» (врачей, медсестер, администраторов).

2. Обобщение полученных на первом этапе данных и формирование технического задания под каждое подразделение и для всей клиники в целом. Техническое задание включает в себя описание всего необходимого оборудования и программного обеспечения.

3. Внедрение системы в соответствии с техническим заданием. Адаптация и тестирование системы.

4. Опытная и рабочая эксплуатация системы, обучение пользователей.

4.3. Применение информационно-коммуникационных технологий в здравоохранении

В современных условиях эффективность управления объектами хозяйствования во многом зависит от качества информационного обеспечения органов управления этими объектами. Наличие достоверной, своевременно получаемой и оптимальной по объему информации о состоянии объектов и тенденциях их развития должно способствовать выработке и принятию наиболее оптимальных и эффективных решений по управлению здравоохранением как отраслью, так и конкретными учреждениями здравоохранения.

Совершенствование системы регионального здравоохранения в настоящее время не может эффективно осуществляться без применения современных методов диагностики, лечения и профилактики болезней, компьютерных информационных технологий. В связи с этим одной из основных задач управления территориальным здравоохранением является не только

рациональное оснащение лечебно-профилактических учреждений республики современными медицинскими приборами и аппаратурой, но и средствами электронно-вычислительной техники и программными продуктами к ним.

Информатизация системы управления здравоохранением региона -многоаспектный процесс, включающий сбор, накопление, интеграцию и эффективное использование данных и знаний о деятельности отрасли. К настоящему времени в регионах республики созданы медицинские информационно-аналитические центры, автоматизированные информационные системы.

С точки зрения информатизации региональная система управления здравоохранением представляет собой территориально распределенную многоуровневую систему, образованную объектами информатизации, к которым относятся лечебно-профилактические учреждения республики, органы управления здравоохранения, территориальный фонд обязательного медицинского страхования, Центр Госсанэпиднадзора республики. Объекты информатизации являются одновременно и субъектами информационного обмена. Информационные технологии становятся важнейшим инструментом обеспечения устойчивого финансирования здравоохранения и реализации государственных гарантий населению на бесплатную медицинскую помощь.

В здравоохранении информационно-компьютерные технологии позволяют:

- достичь нового качества работы от конкретного рабочего места до отрасли в целом;
- создать и внедрить наукоемкие и ресурсосберегающие технологии;
- интегрировать средства информатизации здравоохранения в единое информационное пространство страны и глобальные информационные сети.

Все компьютерные системы в медицине и здравоохранении вне зависимости от своего назначения могут быть представлены, следующими уровнями сложности:

1 уровень - автоматизированные системы обработки данных и/или информации (АСОД и АСОИ). Помогают в выполнении вычислительных работ, то есть делают арифметические операции, преобразовывая исходные данные/информацию (расчет заработной платы, сводки в бухгалтерии).

2 уровень - автоматизированные информационные и информационно-справочные системы (АИС и АИСС). Предназначены для обработки, хранения и поиска документов, сведений о документах, отдельных фактов и информации.

3 уровень - автоматизированные системы управления (АСУ) связаны с внедрением информационно-справочных систем, с помощью которых часть информации предварительно используется в работе и обрабатывается в ПК по заданным программам и затем уже используется при выполнении различных функций, в частности, по планированию и оперативному управлению в здравоохранении.

4 уровень - экспертные системы (ЭС) для подготовки вариантов и выбора решений.

Уровень оснащения системы здравоохранения современными информационно-коммуникационными технологиями крайне неоднороден и в основном ограничивается использованием нескольких компьютеров в качестве автономных автоматизированных рабочих мест.

Вместе с тем разработанные информационные системы, как правило, носят узконаправленный характер, ориентированный на обеспечение частных функций и задач. Отсутствие единого подхода при их развитии в процессе эксплуатации привело к возникновению серьезных проблем. В результате существующие информационные системы представляют собой комплекс разрозненных автоматизированных рабочих мест, а не единую информационную среду.

Следует отметить, что система должна уметь работать не только с количественной, но и трудно формализуемой, специфической, качественной информацией, что особенно важно для решения управленческих задач в системе здравоохранения.

Согласно современным представлениям, АРМ - это автоматизированное рабочее место врача, оснащенное средствами вычислительной техники и программными комплексами для сбора, хранения медицинской информации, используемой в качестве интеллектуального инструмента при принятии диагностических и тактических (лечебных, организационных) решений, что можно разделить на три группы: АРМы лечащих врачей; АРМы медработников парамедицинских служб (по профилям

диагностических и лечебных подразделений); АРМы для административно-хозяйственных подразделений.

АРМы применяются не только на уровне первичного звена здравоохранения - в лечебно-профилактических учреждениях, но и для автоматизации рабочих мест на уровне управления регионом, территорией.

В любой сфере человеческой деятельности увеличение активности лишь в одном направлении, будь то даже разработка информационных технологий, явно недостаточно, чтобы активность приводила к полезному результату. Для этого должна быть задействована соответствующая информационная структура. Она обеспечивается с помощью компьютерных средств и коммуникаций при определенных организационно-экономических и правовых механизмах.

В настоящее время информационная инфраструктура здравоохранения формируется на государственном, региональном, муниципальном и учрежденческом уровнях.

Основой поступления полной, адекватной и своевременной информации служат информационные системы первичного звена здравоохранения (лечебно-профилактические учреждения), внедряемые для статистического и экономического анализа деятельности этих учреждений, информационного обеспечения управления здравоохранением.

Лечебно-профилактические учреждения, оказывающие первичную медико-санитарную помощь и поставляющие данные в территориальный информационный центр, являются местом формирования персонифицированного медицинского регистра населения. На территориальный же уровень передается только сводная де персонифицированная информация. Таким образом, в лечебно-профилактических учреждениях впервые из конкретных данных формируется информация о ресурсах и качестве работы службы и собирается персонифицированная, конфиденциальная информация о пациентах. Именно здесь, по нашему мнению, заложена основа информационного поля отрасли - объема, характера и периодичности поступления информации.

В целом технические возможности отрасли совершенствуются за счет носителей информации и системы методов приема и передачи информации - телекоммуникационных каналов связи.

Информатизацию в системе управления региональным здравоохранением можно представить двумя блоками задач: лечебно-диагностическим и социальным.

Лечебно-диагностический - связан с созданием современной информационной среды по линии контакта «врач-пациент». Это АРМы, информационные системы (ИС), экспертные системы. Проблема заключена не только в разработке прогрессивных ИС, но и в овладении ими, прежде всего, врачебных кадров. Пожалуй, эта сфера информатизации, как никакая другая, требует личного участия медицинского работника.

Различие задач отдельных служб обуславливает особенности структуры информационных потоков, режимов функционирования систем, которые насыщают информацией как «горизонталь» производственного процесса, так и «вертикаль» поступления профессиональных знаний. Вместе с тем цель, стоящая перед всеми службами, едина - совершенствование их работы и повышение качества лечения больных.

Информация об индивиде, группах населения или населении в целом относится к социальному слою информации, если информация связана с пациентами как субъектами общества. В целом это персональные данные о населении, унифицированные данные о работе с пациентами в лечебно-профилактических учреждениях и специализированные базы данных - регистры.

Объединение лечебно-диагностического и социального слоя информации о пациентах наиболее полно может быть обеспечено в ходе мониторинга здоровья населения. Развитие этого направления является первым приоритетным проектом, касающимся информатизации системы управления здравоохранением в регионе.

Таким образом, существующий в отрасли уровень информационного обеспечения не позволяет оперативно решать вопросы планирования и управления отраслью для достижения существующих целевых показателей.

В связи с этим основными целями мероприятий по данному направлению является модернизация отраслевой информационной системы на основе использования передовых информационно-коммуникационных технологий, совершенствования системы показателей и статистического учета, внедрения в практику регулярных исследований как части мониторинга деятельности здравоохранения.

В настоящее время многие страны приступили к реализации программы по созданию единого информационного пространства в сферах здравоохранения и социального развития. Например, в Европе реализуется единая программа Европейского Союза e-health. Первоочередные задачи: стандартизация, обеспечение страхового покрытия независимо от нахождения, обработка медицинской информации о пациенте с использованием информационных технологий. Объем инвестиций Евросоюза в рамках общеевропейской программы e-health уже составил около €317 миллионов.

В Канаде создается единая информационная система в области здравоохранения. Приоритетные направления работ: электронный паспорт здоровья, инфраструктура, телемедицина, создание национальных реестров, справочников и классификаторов, системы диагностической визуализации и хранения графической информации. Бюджет программы на период до 2009 года составляет \$1,3 миллиарда при численности населения около 39 млн. человек.

Аналогичная комплексная программа реализуется в США. Согласно данной программе, предусматривается создание сегмента информационной системы в сфере здравоохранения в рамках Электронного Правительства. Общие потребности в инвестициях в электронную медицину на ближайшее десятилетие оцениваются в \$21,6-\$43,2 миллиарда. Приоритетными направлениями работ в настоящий период объявлены: электронный паспорт здоровья (EHR), национальная информационная инфраструктура в интересах здравоохранения, региональные центры медицинской информации (RHIOs), электронный обмен медицинскими данными.

Согласно экспертным оценкам, полномасштабное внедрение информационных технологий в медицине в США может привести к экономии до \$77 миллиардов. Аналогичные исследования в Германии дают оценку экономии расходов при переходе на электронное здравоохранение в размере до 30% от имеющихся затрат. В частности, внедрение технологии электронного рецепта дает экономию порядка €200 млн. в год, снижение расходов, связанных с выбором неправильного метода лечения, избыточных процедур и медикаментов, позволит сэкономить около €500 миллионов ежегодно, выявление и предотвращение страховых

махинаций составят около €1 миллиарда в год при численности населения около 83 млн. человек.

4.4. Системы телемедицины

XXI век должен стать «веком коммуникаций», что подразумевает повсеместное использование глобальных информационных систем. Использование таких систем в медицине открывает качественно новые возможности:

- обеспечение взаимодействия региональных клиник с крупными медицинскими центрами;
- оперативное получение результатов последних научных исследований;
- подготовка и переподготовка кадров.

Перечисленные возможности можно охарактеризовать одним общим понятием – телемедицина.

Телемедицина – это комплекс современных лечебно-диагностических методик, предусматривающих дистанционное управление медицинской информацией. Возникновение телемедицины обычно связывают с врачебным контролем при космических полетах. Первоначально это было измерение показателей жизнедеятельности у животных на космических аппаратах, затем у космонавтов.

Причиной прорыва телемедицины в практику послужило бурное развитие коммуникационных сетей, методов работы с информацией, позволивших обеспечить двух- и многосторонний обмен видео- и аудиоинформацией и любой сопроводительной документацией.

Простейшим случаем реализации возможностей телемедицины является быстрый доступ врача к необходимой справочной информации.

Основным приложением телемедицины является обслуживание тех групп населения, которые оказались вдали от медицинских центров или имеют ограниченный доступ к медицинским службам.

Другим важным объектом телемедицины является система диагностических центров регионов, когда необходима оперативная связь между лечащим врачом и врачом-диагностом, которые

оказываются в разных лечебных учреждениях, часто разнесенных на большие расстояния.

Еще одним важным направлением телемедицины является скоропомощная ситуация и сложные случаи, когда требуется срочная консультация специалистов из центральных медучреждений для спасения больного или определения тактики лечения в сложных ситуациях, в том числе в крупнейших мировых медицинских центрах.

Следующим направлением является также дистанционное медицинское образование. Наиболее перспективные тенденции в создании современных информационных систем можно объединить понятием «архитектура, обусловленная моделированием» (MDA) Философия этого подхода заключается в том, что в сложной системе невозможно предусмотреть все возможные сценарии, будущее развитие системы. Поэтому целесообразно разрабатывать некоторую общую для всех участников объектную модель и определять принципы ее наращивания и интеграции приложений в систему. MDA решает эти вопросы посредством разделения задач проектирования и реализации. Это позволяет быстро разрабатывать и внедрять новые спецификации взаимодействия, используя новые развернутые технологии, базирующиеся на достоверно проверенных моделях.

Процесс создания информационных MDA представляет собой типичный сложившийся цикл разработки любого сложного информационного проекта: фаза выработки требований – фаза анализа – фаза реализации. В рамках каждой из фаз прорабатываются специфические для нее вопросы соответствия требованиям, согласованности и функциональности.

Современные информационные системы, как правило, разворачиваются в глобальных сетях типа сети Интернет. Не являются исключением и системы телемедицины. Время автономных, локальных приложений уходит в прошлое. Их место занимают информационные системы, характеризующиеся многообразием архитектур, многоплатформенностью, разнообразием форматов и протоколов.

Телемедицина – одно из наиболее перспективных и быстроразвивающихся направлений в области современной медицины и здравоохранения.

Основу телемедицины составляет комплекс программно-аппаратных средств, состоящих из оборудования приема/передачи, обработки и хранения изображений и звука и специального программного обеспечения. Успешное функционирование телемедицинских систем, предполагает наличие следующих составляющих:

- использование специализированной аппаратуры, с помощью которой осуществляется сбор, преобразование и передача медицинской информации; наличие сети телекоммуникаций, обеспечивающей связь между поставщиками и потребителями высокотехнологичной медицинской информации;

- применение современного программного обеспечения, связывающего в единый комплекс все модели, алгоритмы и программные элементы системы;

- наличие штата специалистов (медиков, программистов, электронщиков, связистов), обеспечивающих профессиональную и техническую поддержку комплекса, его эффективное применение при решении медицинских задач.

Кроме того, при работе с телемедицинской системой должны использоваться определенные режимы эксплуатации оборудования, применяться специфические форматы медицинских данных, протоколов обмена информацией в составе телекоммуникационной системы.

До недавнего времени телемедицина связывалась с аудиовизуальным (телевизионным, аналоговым) общением между врачом и пациентом. Практически все телемедицинские системы, созданные за тридцать последних лет, основывались на применении методов полноформатного телевидения.

В последние годы на смену аналоговому телевидению пришли цифровые каналы передачи информации, широкое распространение получили глобальные сетевые коммуникации (Internet), а на смену аналоговым телемониторам пришли современные мощные мультимедийные компьютеры.

Принципиально важная особенность цифровых телемедицинских систем заключается в том, что передача с их помощью медицинской информации происходит практически без потери качества. Существенным достоинством является также невысокая (по

сравнению с их аналоговыми предшественниками) стоимость используемой аппаратуры.

Следует также отметить, что большая часть затрат при налаживании цифровой связи осуществляется всего один раз, в то время как в аналоговых вариантах требуется регулярно оплачивать коммерческий телевизионный (обычно спутниковый) коммуникационный канал.

Телекоммуникационные технологии позволяют проводить консультации даже при отсутствии пациента. Они могут проводиться в удобное для консультанта время – на основании информации, зафиксированной в электронной истории болезни пациента, по данным его анализов, на основании рентгенограмм, фрагментов видеозаписей (соответствующие материалы заблаговременно высылаются консультанту в виде мультимедийной электронной почты).

В настоящее время необходимость развития телемедицины признана во всех ведущих странах мира. Проекты, связанные с формированием телемедицинской сети, относятся к числу важнейших медицинских программ, финансируемых Европейским сообществом. Методы телемедицины активно разрабатываются также в странах латинской и южной Америки, Азии. На повестку дня поставлен вопрос о внедрении телемедицины и в наше здравоохранение.

Основные функции и области применения телемедицинских систем.

В настоящее время в телемедицине можно выделить следующие основные направления:

1. Медицинские базы данных: объединенные базы научной медицинской информации; специализированные (профильные) медицинские базы данных.

2. Телеконсультации: системы отсроченных телеконсультаций «off-line»; системы телеконсультаций в режиме дистанционных видеоконференций «on-line».

3. Дистанционное обучение: дипломное образование (в дополнение к процессу среднего специального и высшего медицинского образования); постдипломное образование (повышение квалификации работающих медицинских специалистов, современное теленаставничество).

4. Домашняя телемедицина, т.е. доставка медицинских услуг на дом.

5. Специализированные, ведомственные телемедицинские проекты (военная телемедицина, телемедицина чрезвычайных ситуаций и катастроф).

К настоящему времени накоплен достаточный опыт использования телемедицинских консультаций. Этот опыт позволяет сформулировать ряд требований, предъявляемых к построению и функциональному наполнению телесистем.

При построении (проектировании) телемедицинских систем необходимо исходить из четко определенных медицинских требований для каждой области применения, с использованием необходимых для этого современных компьютерных и коммуникационных технологий, т.е. строить телемедицинскую систему необходимо исходя из медицинских требований.

Четко определенных стандартов для телемедицинских систем на сегодняшний день не существует, их разработка только начинается. Следовательно, телемедицинские системы должны иметь открытый интерфейс, позволяющий изменять форматы хранения и передачи данных применительно к различным условиям работы. Кроме этого, открытый интерфейс предполагает возможность быстрого и легкого подключения к любому вновь создаваемому медицинскому оборудованию.

Функции телемедицинской системы. Область применения.

1. Возможность подключения к любому медицинскому оборудованию как по аналоговому, так и по цифровому интерфейсам. Использование медицинских приборов с аналоговыми или цифровыми интерфейсами.

2. Возможность обрабатывать и передавать параллельно, как минимум, два видео и один аудио-поток информации. Интраоперационная гистология и цитология, УЗИ, хирургические операции и другие типы с передачей изображения.

3. Проводить совместную работу с изображениями на «рабочем столе» с функциями указателя анализируемого участка изображения и рисования поверх изображения. Локальная или совместная работа с медицинскими изображениями.

4. Сохранять медицинские статические и динамические изображения в базе данных. Ведение архива медицинских

изображений, подготовка информации для этих и других изображений, их передача в режиме реального времени.

5. Удаленно управлять медицинскими приборами (при наличии в них функций цифрового управления). Удаленное управление микроскопом или другими медицинскими приборами при проведении консультаций в режиме on-line.

6. Иметь единый интерфейс для различных методов диагностики и лечения для получения консультаций одновременно от нескольких специалистов.

Проведение видеоконсилиумов и видеоконференций в режиме on-line.

7. Использовать любые каналы связи в режимах on-line и off-line. Проведение консультаций как по аналоговым, так и по цифровым каналам связи.

8. Иметь функции составления протокола и протоколирования основных параметров консультаций, таких как время проведения, продолжительность, кто участвовал и т.д. по результатам проведения телемедицинских консультаций.

9. Проводить мониторинг и удаленную диагностику и настройки параметров телемедицинских систем, в том числе в процессе телемедицинских консультаций. Анализ работы систем в процессе проведения консультаций.

10. Возможность работы в режимах «точка-точка», «звезда-один комногим» (дистанционное обучение), «многие-ко-многим» (видеоконсилиум) без использования дополнительного оборудования. Проведение телемедицинских консультаций в режиме on-line, обучающих сеансов и видеоконсилиумов.

11. Иметь устройства защиты информации, авторизации и средства цифровой подписи. Защита информации и установление электронной подписи под протоколом проводимых телемедицинских консультаций.

12. Возможность проведения монтажа для подготовки лекционного материала или различных отчетов. Составление отчета о том или ином диагностическом процессе для истории болезни или для презентаций.

13. Возможность совмещения передачи медицинских изображений с передачей данных от систем мониторинга жизнеобеспечения.

Удаленное наблюдение за пациентом с одновременным

просмотром текущей оперативной медицинской телеметрической информации.

14. Возможность показа текста или презентации в окне рабочего стола из ранее подготовленных файлов редакторах для проведения дистанционного обучения.

15. Возможность подключения ранее созданного программного обеспечения, а также различных алгоритмов. Использование ранее накопленного материала, а также при дистанционной обработке медицинских изображений.

16. Возможность адаптации для проведения телемедицинских консультаций по вновь разработанным методам диагностики и лечения. Возможность самостоятельного создания методик телемедицинских консультаций при разработке новых методов диагностики и лечения.

17. Иметь открытый интерфейс для обмена информацией с другими телемедицинскими и информационными системами для создания шлюзов обмена медицинской информации с другими телемедицинскими системами.

18. Иметь удобный интерфейс и инструкцию пользователя на родном языке для комфортной работы врачей, не обученных на работе с компьютером.

Телемедицинские системы, обладающие всеми перечисленными возможностями, способны обеспечить как телемедицинские консультации по различным областям диагностики и лечения, так и дистанционное медицинское обучение.

4.5. Примеры применения медицинских компьютерных систем

Измерительно-вычислительный комплекс реабилитации постинсультных больных (TECH REN).

Восстановление нарушений двигательных функций у больных, перенесших инсульт, является чрезвычайно трудной задачей. Инсульт - острое нарушение мозгового кровообращения, представляющее одну из основных причин инвалидизации и смертности населения. Помимо безусловного медико-социального значения инсульт приносит также колоссальный экономический ущерб. Продолжительность восстановления индивидуальна,

зависит от множества факторов, но в большинстве случаев носит стойкий характер, восстановление в среднем занимает несколько лет. К основным принципам реабилитации больных, перенесших инсульт, следует отнести раннее начало реабилитационных мероприятий с активизацией пациента, мультидисциплинарный организованный подход, непрерывность, последовательность и преемственность на всех этапах ее проведения. Другие расстройства, обуславливающие необходимость проведения реабилитации, включают нарушения речи (афазии) и других высших корковых функций, сенсорные расстройства, дисфагию, зрительные нарушения.

Эффективность восстановительного периода зависит от уровня клинического обследования, проведенных инструментальных измерений, а в последующем от точной оценки состояния пациента и квалифицированного составления дальнейших программ и протоколов реабилитации.

Большую помощь в проведении эффективных исследований, получении достоверных результатов и принятии диагностических решений могут оказать технологии компьютерной обработки результатов. Для решения подобной задачи необходимо наличие прецизионного оборудования, в состав которого должны входить средства проведения инструментальных измерений, средства предварительной обработки и систематизации измеряемых параметров, средства приема/передачи на расстояние и компьютерные средства статистической обработки и визуализации результатов.

В настоящее время в Ташкентском университете информационных технологий (ТУИТ) установлено оборудование, поступившее из Италии в рамках международного проекта «Эразмус плюс», которое предназначено для проведения клинического обследования и реабилитации больных с применением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Кроме того, в ТУИТ создана лаборатория по обработке речи, где на базе математических методов и сложных алгоритмов обработки речевых сигналов создаются программные средства анализа и распознавания отдельных звуков, слогов и слов, а в последующем и речевых сообщений.

На указанном оборудовании могут проводиться медицинские исследования в следующих направлениях постинсультной реабилитации:

- исследование мышечной активности пациента;
- неврологический и ортопедический анализ походки, создание биомеханической модели движения конечностей;
- кинематические измерения в пространстве с помощью специальной сенсорной платформы;
- изучение особенностей и контроль динамики восстановления речи.

Целью исследований с помощью этого комплекса является создание протоколов и программ реабилитации больных, перенесших инсульт, с широким использованием средств автоматизации инструментальных измерений, предварительной обработки результатов экспериментов, создание компьютерных программ интеллектуальной обработки пространства параметров и их подготовки к созданию экспертных систем в данной отрасли медицины (рис.4.1).



Рис.4.1. Общий вид измерительно-вычислительного комплекса.

Включение ИКТ в процесс исследований постинсультных больных позволит существенно сократить сроки постановки диагноза, расширить номенклатуру проводимых реабилитационных процедур клинического обследования, увеличить достоверность и

объективность результатов экспериментов по клинической оценке степени реабилитации.

В целом комплекс состоит из измерительной части (датчики, сенсоры), системы передачи измерений по воздуху, видеосистем наблюдения, средств коммутации измерительной информации и компьютеров обработки данных.

Основные подсистемы комплекса.

Системы анализа движения:

- оптоэлектронная система измерения движения,
- поверхностная электромиография,
- платформа измерения усилий,
- инерционный сенсор.

Рассмотрим построение и работу каждой из подсистем компьютерного комплекса отдельно.

Оптоэлектронная система измерения движения

Система содержит несколько десятков фосфорных индикаторов, которые крепятся на движущиеся части пациента (руки, ноги, спина, плечи). Комплект инфракрасных камер отслеживает движение пациента по заданному врачом алгоритму (рис.4.2). Данные от камер (динамические изображения) поступают через многоканальный коммутатор на специализированный процессор, задачей которого является интеграция траекторий движения от каждой из камер и получение единой картины поведения органов тела пациента.

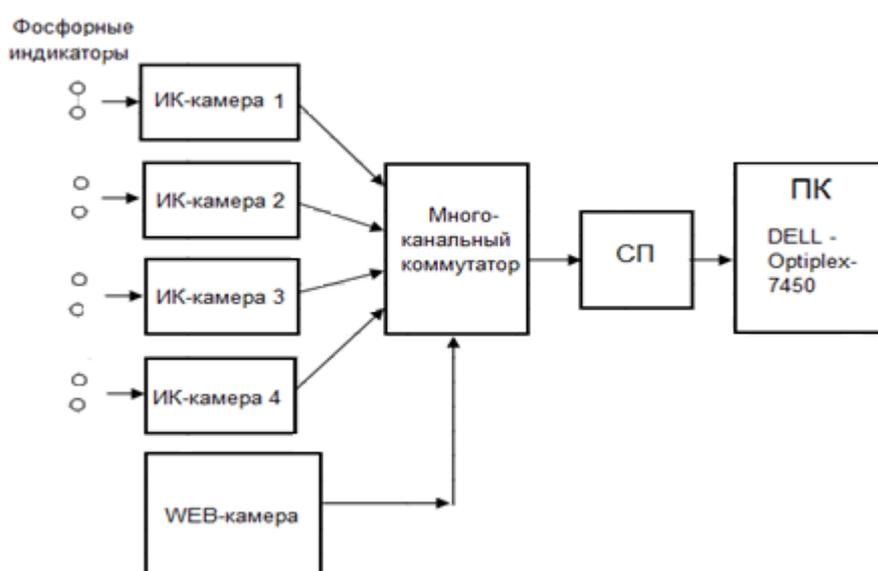


Рис.4.2. Оптоэлектронная система измерения движения

На рис.4.2 приведены изображения фосфорных индикаторов (а), инфракрасных камер (б), средств обработки данных (в).

Направления исследований:

- анализ кинематики движений таза, ноги, бедра, ступни;
- анализ кинематики движения верхней и нижней конечностей;
- анализ мускулов плечевого пояса и сгиба/разгиба локтей.



Рис.4.2,а. Комплект фосфорных индикаторов



Рис.4.2,б. Инфракрасная камера наблюдения

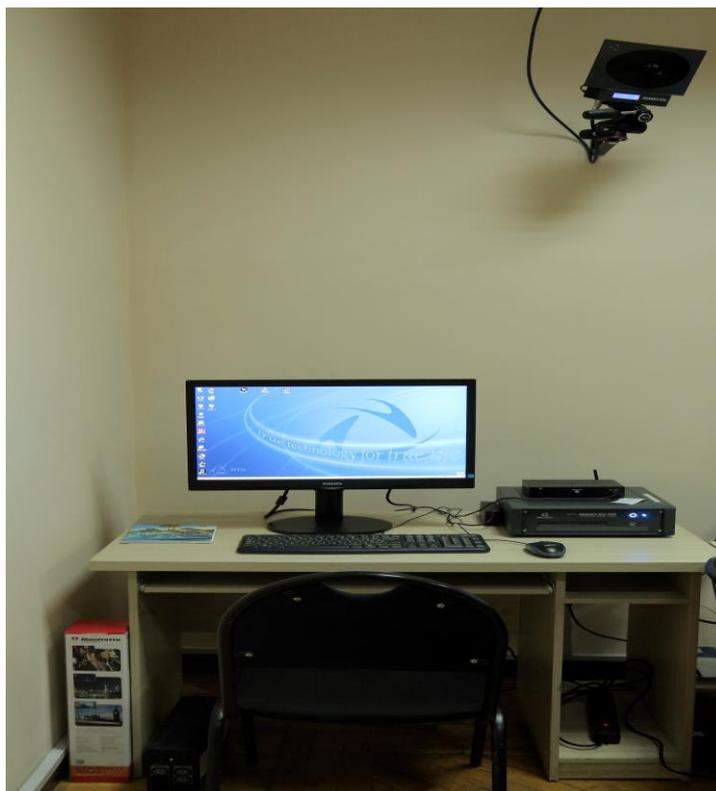


Рис.4.2,в. Компьютерные средства обработки

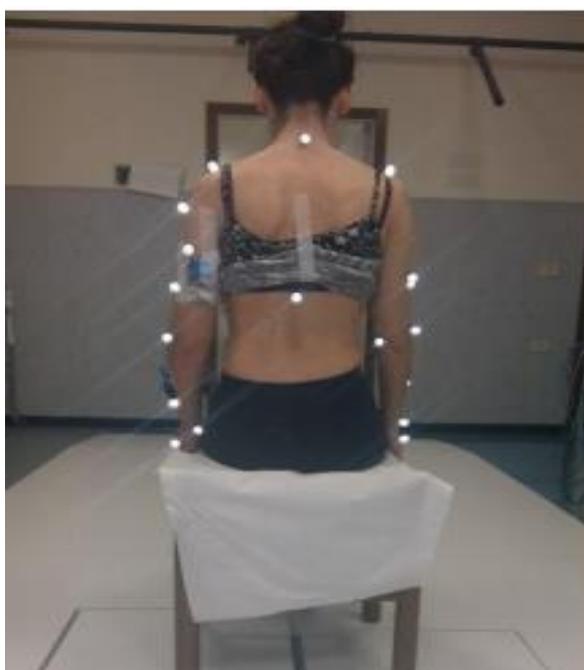


Рис.4.3. Установка фосфорных индикаторов на теле пациента

В процессе исследования проводится сеанс упражнений с изменением положения тела и конечностей (рис.4.3): вращательные движения рук, сгибание локте и коленных суставов, сгиб/разгиб

туловища, сидение и вставание со стула, ходьба на ровной поверхности с поворотами.

Компьютерная обработка заключается в соранении правильности выполняемых упражнений с заранее разработанными моделями здорового пациента или с ранее выполненными движениями этого же пациента. Правильность выполнения всех движений и минимальные отклонения от установленных моделей движения подтверждают успешность проводимых лечебных процедур.

Применения:

- спортивная биомеханика;
- помощь в ортопедии;
- оценка восстановления при инсультах и травмах;
- реабилитация инвалидов.

Поверхностная электромиография.

Электромиография - это метод измерения функционального состояния скелетных мышц, основанный на регистрации возникающих в них электрических потенциалов. С помощью прибора - электромиографа изучаются рефлекторные реакции двигательных систем организма, периферического нейромоторного аппарата, а также проводится функциональная диагностика периферических нервов и мышц.

Компьютерная система поверхностной эектромиографии (рис.4.4) содержит измерительную часть в виде датчиков миограмм мышц пациента EMG, воздушного канала передачи данных, шлюза сборки сигналов миограмм с выходом на флэш-память стандарта USB. Данные флэш-памяти обрабатываются на персональном компьютере ПК.

EMG – мышечные электромиографы в комплекте (рис.4.5).

Шлюз обеспечивает передачу сигналов от 8 датчиков, прикрепляемых к телу пациента, по беспроводному каналу с частотой дискретизации 100 Гц и фильтрацией миограмм в диапазоне 20 Гц – 400 Гц.

Через этот же канал доступа к компьютеру работает систем G-сенсора, которая будет рассмотрена позже.

В состав аппаратуры системы входит процессор предварительной обработки на рис.4.5.

Направления исследований:

- неврологический и ортопедический анализ походки:
- реконструкция биомеханической модели позвоночника:
- ортопедический анализ динамики верхних конечностей.

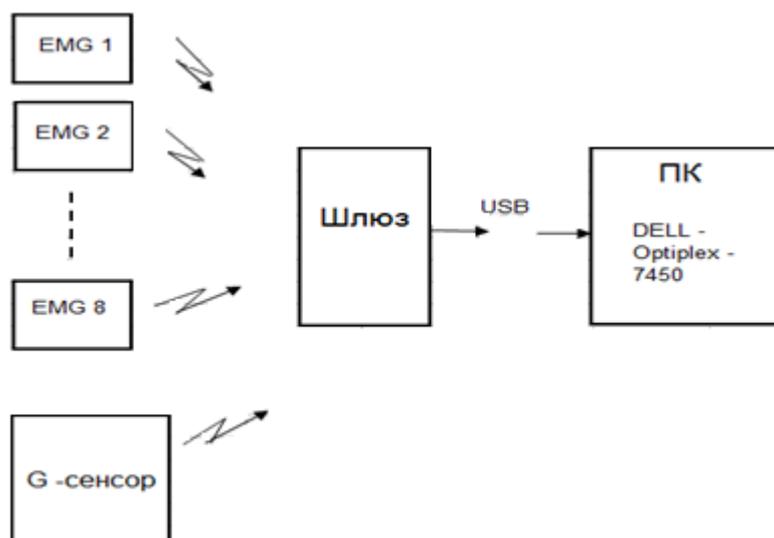


Рис.4.4. Компьютерная система поверхностной электромиографии



Рис.4.5. Комплект датчиков миограмм и процессор обработки

Платформа измерения усилий.

Система состоит силовой платформы с тензометрическими датчиками, усилителя и канала выхода на компьютер и широкоформатный экран (рис.4.6).

Измерительная часть представляет собой плоскую поверхность размером 1м х1м со встроенными по углам тензометрическими датчиками.

На рис.4.6 показана аппаратура усиления сигналов от инерциального датчика и сама платформа в виде металлической площадки, устанавливаемой на полу.



Рис.4.6. Схема платформы измерения усилий

В процессе исследований больной пациент становится на платформу и проводит серию колебательных (переступание с ноги на ногу) и поступательных движений. При этом сенсор фиксирует и отображает на экран компьютера распределение усилий в ступнях и давление на те или иные участки платформы. Могут также фиксироваться вращательные движения и моменты (рис.4.7).

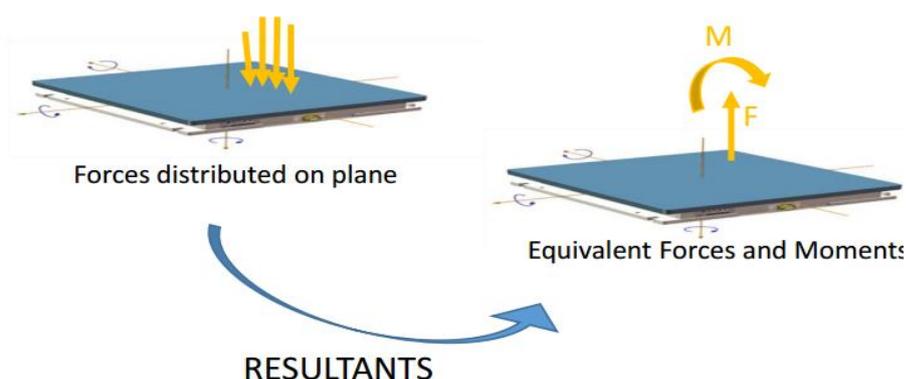


Рис. 4.7. Фиксация распределения усилий в процессе эксперимента

С помощью этой платформы можно исследовать общее состояние организма, ориентацию пациента в пространстве, умение держать вертикальное положение.

Направления исследований:

- вычисление скорости, направления, отклонения, расстояния;
- интегрирование триаксиального ускорения;
- вычисление пространственно-временных параметров при ходьбе;

- определение других кинематических показателей.

Преимущества применения инерционного сенсора:

- простота в эксплуатации,
- выполнение тестов в реальных условиях,
- короткое время подготовки экспериментов,
- наличие прямой связи с компьютером обработки,
- выдача результатов в реальном масштабе времени

Применения комплекса:

- спортивная медицина
- клинический анализ походки
- исследование поведения машин и механизмов.

Инерционный сенсор (G-WALK)

Это по описанию **G –сенсор**: инерциальный датчик кинематических измерений в пространстве X,Y,Z. Сам сенсор включает: инерциальный датчик, гироскоп и магнитометр.

Эти прецизионные приборы интегрирует триаксиальные ускорения, вычисляют пространственно-временные параметры, определяют кинематические данные для конкретной задачи исследования. Схема устройств приведена на рис.4.8.

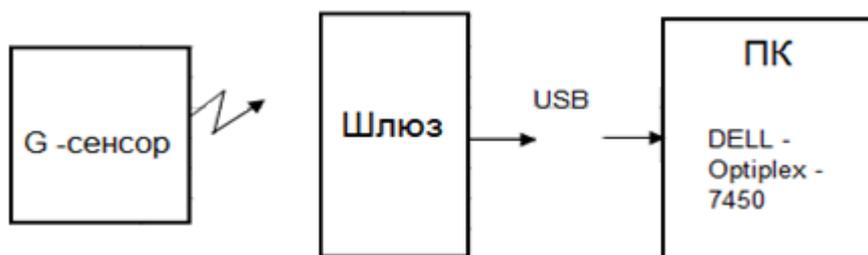


Рис.4.8. Схема построения аппаратуры инерционного сенсора



Рис.4.9. Правила использования инерционного сенсора

На рис.4.9. изображен пользователь (пациент) с прикрепленным на поясе инерционным сенсором. При движении, остановке движения, приседании, ходьбе фиксируются инерциальные параметры тела.

Направления исследований:

- вычисление скорости, направления, отклонения, расстояния
- интегрирование триаксиального ускорения
- вычисление пространственно-временных параметров при ходьбе

- определение других кинематических показателей

Преимущества датчика:

- простота в эксплуатации,
- выполнение тестов в реальных условиях,
- короткое время подготовки экспериментов.

Области применения:

- спортивная медицина,
- клинический анализ походки при реабилитации,
- исследование поведения пространственных устройств и механизмов.

Контрольные вопросы

1. Что такое медицинская «информационная система»?
2. Что такое «медицинская автоматизированная информационная
3. система»?
4. Перечислите функции медицинских информационных систем (МИС).
5. Рассмотрите многоуровневую систему здравоохранения.
6. Назовите основные задачи МИС базового уровня.
7. В чем суть медицинских консультативно-диагностических систем?
8. Расскажите об информационных системах консультативных центров.
9. Какая информация содержится в банках информации медицинских служб?
10. Какую информацию содержат персонифицированные регистры?
11. Что такое скрининговая система?
12. В чем особенности информационных систем лечебно-профилактических учреждений?
13. Для чего нужны информационные системы НИИ и вузов?
14. Какими типами представлены медицинские информационные системы территориального уровня?
15. Рассмотрите структуру медицинских информационных систем республиканского уровня.
16. Что такое Госпитальная информационная система?
17. Опишите подсистему «Поликлиника».
18. Какие дополнительные модули имеет модуль «Регистратура»?
19. В чем заключаются функции модуля «Диспетчерская»?
20. Опишите подсистему «Стационар».
21. Опишите модули «Лечащий врач» и «Дежурная сестра».
22. Опишите модуль «Статистика»?
23. В чем цель создания единого информационно пространства лечебного учреждения?
24. Перечислите этапы создания единого информационного пространства лечебного учреждения?
25. Что такое информационная система управления здравоохранением?
26. Что представляет собой региональная система управления?

27. Назовите типы АРМ-врача в общей системе здравоохранения.
28. Каковы функции лечебно-профилактических учреждений в общей системе здравоохранения?
29. Назовите уровни сложности компьютерных систем в медицине.
30. Перечислите блоки-задач регионального здравоохранения.
31. В чем преимущества развития систем мониторинга здорового населения?
32. Какие информационные системы зарубежных стран Вам известны?
33. Что такое телемедицина, дать определение.
34. В чем основная функция телемедицины?
35. Расшифровать понятие МДА.
36. Какова роль Интернета в развитии телемедицины?
37. На чем основано функционирование телемедицинских систем?
38. В чем особенности цифровой телемедицины?
39. Направления развития современной телемедицины.
40. Функции и возможности телемедицины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования последнего десятилетия по проблемам развития здравоохранения сформировали теоретическую и методическую базы, обеспечивающие реформирование здравоохранения. Выявлены основные проблемы и закономерности развития, определены направления оптимизации деятельности основных управляющих и управляемых элементов системы здравоохранения.

Решению актуальных задач, стоящих перед здравоохранением, способствует внедрение новых информационных технологий, применение автоматизированных систем, обеспечивающих аналитическую поддержку принятия решений. Компьютерные системы в медицине открывают принципиально новые возможности в получении информации, анализе, оценке ситуаций и принятии решений.

Повсеместное распространение вычислительной техники позволяет перейти к новому этапу развития работ в области информатизации, который можно характеризовать как переход от локальных информационных систем к информационно-управляющим технологиям, системам поддержки принятия решений и созданию единого информационного пространства. Сегодня автоматизация отдельных участков работы, создание АРМов и отдельных программ уже не может отвечать требованиям отрасли.

Необходимы такие информационные технологии, которые охватывали бы систему здравоохранения от отдельно взятого рабочего места медицинского учреждения до субъекта управления любого уровня. В новых экономических условиях на первое место выдвигаются вопросы создания единой информационной системы данных об общественном здоровье, деятельности системы здравоохранения, ресурсной обеспеченности и оперативной аналитической обработки информации с целью обоснованного решения задач управления.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ (GLOSSARY)

АПК – аппаратно-программные комплексы;
АРМ – автоматизированное рабочее место;

АСОД – автоматизированные системы обработки данных;
АСУ – автоматизированные системы управления;
АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
БЗ – базы знаний;
ВП - вызванные потенциалы;
ИНС – искусственные нейронные сети;
ИС – информационные системы;
ИСС – информационно-справочные системы;
МИС – медицинская информационная система;
МКДС – медицинские консультативно-диагностические системы;
ПО – программное обеспечение;
СИС – самообучающиеся интеллектуальные системы;
СМАД – суточного мониторинга артериального давления;
Стресс-ЭхоКГ – Стресс-эхокардиография;
У/Ф – усиления/фильтрации;
ЦАП – цифро-аналоговый преобразователи;
ЧПЭС - чреспищеводная электростимуляция предсердий;
ЭКГ – электрокардиография;
ЭМГ – электромиография;
ЭНМГ – электронейромиография;
ЭС – экспертные системы;
ЭхоЭГ – эхоэнцефалограмма;
ЭЭГ – электроэнцефалография;
MYCIN – экспертная система, разработанная в Стэнфордском университете который предназначена для диагностики различных септических состояний и менингококковых инфекций.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Кореневский, Н.А. Биотехнические системы медицинского назначения: учеб. для вузов / Н. А. Кореневский, Е. П. Попечителев. - Старый Оскол : ТНТ, 2013.
2. Кобринский Б.А. Медицинская информатика: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Б.А. Кобринский, Т.В. Зарубина. — 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский центр «Академия», 2013.
3. Королюк И.П. Медицинская информатика: Учебник / И.П. Королюк. - 2 изд., перераб. и доп. – Самара : ООО «Офорт»: ГБОУ ВПО «СамГМУ». 2012.
4. Омельченко В.П. , Демидова А.А. Информатика: учебник. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013.
5. Демидова А.А., Омельченко В.П. Информатика. Практикум для медицинских училищ и колледжей. Гриф МО РФ-М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015
6. Рот Г.З., Фихман М.И., Шульман Е. И. Медицинские информационные системы. Учебное пособие.// Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005. — 70 с.
7. Чернов В.И., Есауленко И.Э., Родионов О.В., Семенов С.Н. Медицинская информатика: Учебное пособие.// Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 320 с.

Дополнительные литературы

1. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президенти лавозимида киришиш тантанали маросимида бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқ / Ш.М. Мирзиёев. – Тошкент: Ўзбекистон, 2016. - 56 б.
2. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик – ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қоидаси бўлиши керак. Мамлакатимизни 2016 йилда ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг асосий яқунлари ва 2017 йилга мўлжалланган иқтисодий дастурнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган Вазирлар Маҳкамасининг

- кенгайтирилган мажлисидаги маъруза, 2017 йил 14 январь / Ш.М. Мирзиёев. – Тошкент: Ўзбекистон, 2017. – 104 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш – юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза. 2016 йил 7 декабрь /Ш.М.Мирзиёев. – Тошкент: “Ўзбекистон”, 2017. – 48 б.
 4. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Мазкур китобдан Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 1 ноябрдан 24 ноябрга қадар Қорақалпоғистон Республикаси, вилоятлар ва Тошкент шаҳри сайловчилари вакиллари билан ўтказилган сайловолди учрашувларида сўзлаган нутқлари ўрин олган. /Ш.М.Мирзиёев. – Тошкент: “Ўзбекистон”, 2017. – 488 б.
 5. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз. / Ш. М. Мирзиёев. – Тошкент: Ўзбекистон, 2017. -592 б.
 6. Алпатов А.П., Прокопчук Ю.А., Костра В.В. Госпитальные информационные системы: архитектура, модели, решения.// Днепропетровск: УГХТУ, 2005.
 7. Гасников В. К. Основы научного управления и информатизации в здравоохранении. Учебное пособие. Под ред. д.м.н. Савельева В.Н., Мартыненко В.Ф.//Ижевск,1997.
 8. Гусев А. В., Романов Ф. А., Дуданов И. П., Воронин А. В. Медицинские информационные системы.//Петрозаводск:изд-воПетрГУ,2005.
 9. Назаренко Г. И., Гулиев Я. И., Ермаков Д. Е. Медицинские информационные системы: теория и практика. //М.:Физматлит,2005.
 10. Назаренко Г. И., Осипов Г. С. Медицинские информационные системы и искусственный интеллект. Вып. 3: Науч. пособ.// М.: Медицина XXI, 2003.
 11. Гаспарян С.А. Моделирование системы здравоохранения как основы построения автоматизированной системы управления // Критерии эффективности организационных структур в здравоохранении. Труды 2-го ММИ, Вып.4, 2003. - С.30-40.
 12. Комаров Ю.М. Приоритетные проблемы здоровья и здравоохранения. -М., 2005. - 142с.

13. Гельман В.Я. Медицинская информатика: практикум (2-е изд.). - С.-Пб.: Питер, 2002.
14. Elaine B. Steen, and Don E. Detmer. The Computer-Based Patient Record: An Essential Technology for Health Care by Institute of Medicine// Hardcover, 1997.- 234p.
15. Enrico Coriera. Guide to Health Informatics 2nd Edition// ISBN № 0340 764252.
16. van Bemmel J.H., Musen M.A. Medical informatics. // Houten/Diegem: Springer, 1997.-621p.
17. Friedman N., Geiger D., Goldszmidt M., etc. Bayesian Network Classifiers// Machine Learning. 1997. 29. P.131-165.
18. Heckerman D. Bayesian Networks for Data Mining// Data Mining and Knowledge Discovery.1997.№1. P.79-119.
19. John F. Elder IV & Dean W. Abbott. KDD-98: A Comparison of Leading Data Mining Tools.// Fourth International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining, August 28, 1998. New York.
20. Parsaye K.A. Surveying Decision Support: New Realms of Analysis// Database Programming and Design.1996. № 4.
21. Parsaye K.A. Characterization of Data Mining Technologies and Processes. The Journal of Data Warehousing. 1998.№ 1.

Интернет ресурсы

1. Медицинские приборно-компьютерные системы: <http://lektsii.org/3-63789.html>
2. Медицинские приборно-компьютерные системы: <http://www.studfiles.ru/preview/5510053/>.
3. Медицинские приборно-компьютерные: <http://poznayka.org/s6937t1.html/>
4. Классификация медицинских приборно-компьютерных систем: <http://vikidalka.ru/1-6834.html>
5. Медицинские приборно-компьютерные системы: http://pl-e.ru/w/Медицинские_приборно-компьютерные_системы/
6. Применение компьютерной техники в медицине или МИС: <http://pandia.ru/text/79/359/6288.php>
7. Медицинские приборно-компьютерные системы: <http://www.studfiles.ru/preview/5510053>

8. Защита информации в информационных системах и информационных технологиях управления организацией:
<http://miemp-mi-gor.narod.ru/utcheba/itu/glava/006.htm>
9. Способы подключения к интернету: <http://www.pc-shporgalka.com/read-article73.html>
10. 3D печать органов: <http://3d-expo.ru/ru/3d-pechat-organov>
11. Позитронно-эмиссионная томография: <http://www.podari-zhizn.ru/main/node/7764>
12. Позитронно-эмиссионная томография:
<http://www.volynka.ru/Diagnostics/Details/15>
13. Функциональная диагностика:
<https://www.celt.ru/diagnostika/funkcionalnaya-diagnostika/>
14. American Heart Association: <https://www.heart.org/en/>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Медицинские ресурсы в Интернете

Интернет содержит информацию по всем отраслям знаний, в том числе и по медицине, причем имеется медицинская информация, предназначенная как для специалистов различного уровня, так и для пациентов и людей, интересующихся проблемами здоровья. Ее поиск весьма эффективно можно осуществлять при помощи описанных ранее универсальных средств. Однако существуют специальные медицинские системы. Например:

- Medscape (www.medscape.com),
 - BioMedNet (www.biomednet.com<http://www.bmn.com>),
 - MEDBOT (<http://medworld.stanford.edu/medbot/>),
 - Медклуб (<http://www.medclub.ru>).
- Кроме того, можно использовать другие информационные ресурсы и поисковые системы в области медицины.

MedExplorer. Бесплатная медицинская поисковая система для врачей, больных и членов их семей. Система работает с 28 различными категориями материалов, более чем со 140 группами новостей, объявлений и книжным online-магазином «The MedExplorer Bookstore and Conferences».

MEDBOTSuperSearch. Разрешает использовать до 4 систем поисковых инструментов по выбору из предлагаемых 6 категорий — индексных систем, поисковиков, медицинских каталогов.

Doctor'sChoice — медицинская поисковая система, созданная врачами.

MedicalWorldSearch — полнотекстовый поиск с использованием индекса Web и медицинского тезауруса (theUnifiedMedicalLanguage SystemRfromtheNationalLibraryofMedicine) на главных медицинских сайтах. Может передавать запрос на несколько поисковых машин одновременно (InfoSeek, PubMedmedline, HotBot, AltaVista, WebCrawler). Поиско 100 000 Web-страницам и тысячам избранных медицинских сайтов.

MedHutt — поиск медицинской информации, английский и французский интерфейс.

CiteLine.com — целевой поиск научной информации для учебных исследователей. Адресация к рецензируемым научно-

организованным сайтам, включая сотни обычно «невидимых» и базы данных Medline, Nihclinicaltrials, USPatentsdatabases и др. Обеспечивает доступ к той информации в базах данных, которая не может быть индексирована обычными поисковыми машинами. Конфиденциальный поиск, защита и соблюдение интересов пользователя.

The Doctors Reference Site — поиск по медицинским сайтам.

Galenicom — поиск медицинских ресурсов.

WEBMedicineHealthOntheNETSearch — поиск разнообразной медицинской информации в обширных базах данных.

MedLinks — вся медицина в Интернете.

MEDNAVIGATOR — каталог русскоязычных медицинских ресурсов. **MEDAGENT** — каталог медицинских сайтов.

Mediating — каталог, рейтинг сайтов, посвященных медицине и здравоохранению.

RUSMEDSERV.com — русский медицинский сервер.

Med-Doc.INFO — портал для врачей, студентов, пациентов.

IT-MEDICAL.RU — научный медицинский интернет-проект. Большое количество литературы на русском языке для специалистов.

Critical.ru — сайт медицины критических состояний.

Rusancsth.com — русский анестезиологический сервер.

Полезны также и специальные базы данных. Они могут быть справочными, библиографическими, реферативными и фактографическими. Справочные базы данных предназначены для поиска справочной информации о том или ином объекте. В библиографических БД содержится библиографическое описание научных публикаций по интересующим вопросам. В реферативных БД библиографические описания дополняются рефератами, кратко отражающими содержание публикаций. Фактографические БД содержат обобщающие сведения о характеристиках и свойствах изучаемых объектов.

Существует несколько сотен баз данных по медицинской тематике.

Наиболее известной является медицинская система библиографического поиска Medline.ru (www.medline.ru),

содержащая более 7 млн. ссылок из более чем 3,5 тыс. медицинских журналов.

В последние годы появляется все больше полнотекстовых медицинских баз данных, содержащих полные тексты исходных публикаций.

Не следует забывать о возможности получения ценной информации с сайтов различных медицинских журналов, а также медицинских и медико-образовательных учреждений. Примерами таких учреждений являются: Первый Московский государственный университет им. И.М. Сеченова (www.mma.ru). Ставропольская государственная медицинская академия (www.STGMA.ru), Кубанская государственная медицинская академия (www.ksma.ru). Ростовский государственный медицинский университет (www.rostgmu.ru).

Информационные технологии в здравоохранении

Учебное пособие для студентов направления подготовки магистров 5A330501- «Компьютерный инжиниринг («Проектирование компьютерных систем», «Проектирование прикладных программных средств», «Информационные и мультимедийные технологии», «Информационная безопасность, криптография и криптоанализ»).

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании кафедры «Компьютерные системы» от 11 декабря 2018 г., протокол №12

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на научно-методическом Совете факультета «Компьютерный инжиниринг» от 17 декабря 2018 г., протокол №19

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на научно-методическом Совете ТУИТ от «___» _____ 2018 г., протокол №_____

Разработчик(и): М.М.Мусаев,
Ф.А.Рахматов,
К.Э.Шукуров

Рецензенты: Ю.Г.Шипулин,
Х.Н.Зайнидинов

Ответственный редактор: М.М.Мусаев

Корректор: С.Х.Абдуллаева