

4.3-1/2007
Р. 12

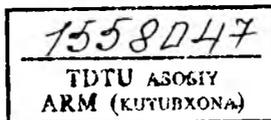
Е.Г. Амброзевич, Ю.Г. Герцик,
В.Е. Сеницын, А.В. Потемкин

9

Разработка, производство и техническое обслуживание медицинской техники

Часть 2. Приборы, аппараты, оборудование и
технологии для визуализации органов и тканей

*Допущено Учебно-методическим объединением вузов
по университетскому политехническому образованию
в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений, обучающихся по специальностям
«Метрология и метрологическое обеспечение»
и слушателей программ профессиональной переподготовки
и повышения квалификации специалистов
Российской Федерации и стран СНГ
по новым направлениям развития техники и технологии*



Издательство «Рудомино»



При поддержке Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества государств — участников Содружества Независимых Государств

УДК 61 (075.8)

ББК 53.5+28.071+30.607+65.495

P17

Под редакцией *Г.Я. Герцика, Г.И. Семикина*

Разработка, производство и техническое обслуживание медицинской техники.: в 3 ч. / Под редакцией Г.Я. Герцика, Г.И. Семикина. — М.: Изд-во «Рудомино», 2010.
ISBN 978-5-905017-03-2

Ч.2: Приборы, аппараты, оборудование и технологии для визуализации органов и тканей / Е.Г. Амброзевич, Ю.Г. Герцик., В.Е. Сеницын, А.В. Потемкин. — 312 с.
ISBN 978-5-905017-05-6

Содержание учебного пособия соответствует курсам лекций, которые авторы читают в МГТУ имени Н.Э. Баумана, а также в Межотраслевом институте повышения квалификации кадров (МИПК) по новым направлениям развития техники и технологии МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Рассматривается отечественная и импортная медицинская техника для диагностики биохимических и физиологических параметров организма, метрологическое ее обеспечение, принципы ее разработки, производства и технического обслуживания.

Для студентов и магистрантов вузов, обучающихся по направлениям подготовки «Метрология и метрологическое обеспечение» и «Биотехнические и медицинские аппараты и системы». Будет полезно аспирантам и специалистам в области разработки, производства, технического обслуживания и эксплуатации различных метрологических и биотехнических систем.

Рецензенты: зав. кафедрой «Психологическое консультирование» МГОУ, к.п.н., проф. В.М. Крук; д.т.н., проф. Г.Р. Сагателян.

УДК 61 (075.8)

ББК 53.5+28.071+30.607+65.495

ISBN 978-5-905017-05-6 (ч.2)

ISBN 978-5-905017-03-2

© МИПК МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010

© Амброзевич Е.Г., Герцик Ю.Г.,

Сеницын В.Е., Потемкин А.В., 2010

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее издание входит в серию «Профессиональная переподготовка и повышение квалификации специалистов по новым направлениям развития техники и технологии в МГТУ имени Н.Э. Баумана».

В МГТУ имени Н.Э. Баумана, наряду с подготовкой высококвалифицированных инженерных и научно-педагогических кадров, существует стройная система профессиональной переподготовки и повышения квалификации инженерно-технических кадров. Исторически сложилось так, что разрабатывая новую технику и технологии, профессора Университета всегда были консультантами промышленных предприятий по их освоению и повышению квалификации кадров.

В 1988 г. на базе уже существовавших отдельных факультетов повышения квалификации был организован Межотраслевой институт повышения квалификации кадров по новым направлениям развития техники и технологии (МИПК), где за истекшие годы прошли профессиональную переподготовку и повышение квалификации более 50 тысяч человек. В основном, это работники машино- и приборостроительных предприятий, государственные служащие, преподаватели начального, среднего и высшего профессионального образования.

Благодаря эффективной организационной структуре системы обучения, при каждом научно-учебном комплексе МГТУ имени Н.Э. Баумана имеется факультет повышения квалификации МИПК, поэтому новейшие достижения в области науки, техники и образования сразу же внедряются в процесс профессиональной переподготовки и повышения квалификации.

В учебном процессе в МИПК ежегодно принимают участие более 600 преподавателей и научных работников Университета, обеспечивающих все виды дополнительного профессионального образования, от повышения квалификации (72 ч) до профессиональной переподготовки с присвоением новой квалификации (более 1000 ч).

Очередным шагом в развитии общего образовательного пространства является решение Совета глав правительств государств-участников СНГ о придании Государственному образовательному учреждению высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» статуса базовой организации государств-участников Содружества Независимых Государств, осуществляющий профессиональную переподготовку и повышение квалификации кадров по новым направлениям развития техники и технологий. Это свидетельствует о признании важности переподготовки национальных кадров государств-участников СНГ на базе российских вузов для обеспечения высококвалифицированными кадрами хозяйствующих субъектов этих государств.

В современных условиях, характеризующихся ростом международного экономического сотрудничества в рамках СНГ и интенсификацией международного перемещения рабочей силы, процесс профессиональной переподготовки и повышения квалификации специалистов по новым направлениям развития техники и технологий все в большей степени приобретает международный характер.

Специалисты, прошедшие профессиональную переподготовку и повышение квалификации в вузах России, вносят существенный вклад в социально-экономическое развитие своих государств, расширение и укрепление межгосударственных связей и дружбы между народами.

Серия «Профессиональная переподготовка и повышение квалификации специалистов по новым направлениям развития техники и технологии в МГТУ имени Н.Э. Баумана», которая выходит в свет в 2010 г., включает публикации по следующей тематике:

- *радиоэлектронные системы спутниковой связи и навигации;*
- *биомедицинская техника и технологии.*

ГЛОССАРИИ

ABC - Automatic B-gain Control: автоматическая регулировка усиления в В-режиме с целью получения стабильного четкого изображения - устраняет необходимость в подстройке яркости изображения при изменении условий проведения исследования (смена датчика, частоты и т.п.);

AD converter: аналого-цифровой преобразователь (АЦП);

ALD - использование низкочастотного доплеровского фильтра (до 4 Гц), позволяющего измерять низкие скорости кровотока (до 0,1 см/сек.);

A-SMA - Automated Segmental Motion Analysis: автоматический сегментный анализ движения - калькуляция в режиме реального времени движений эндокарда;

B/B-flow - спектральный доплер в масштабе реального времени (Режим триплексного сканирования);

B-mode - исследование в режиме реального времени (двухмерное изображение);

B/B-mode - исследование в режиме реального времени (двухмерное изображение) в одной из половин экрана, с сохранением зафриванного изображения в другой половине экрана;

B/D-mode - доплеровское исследование в одной половине экрана с одновременным исследованием в режиме реального времени (двухмерный режим) в другой половине экрана;

B/M/D-mode - исследование в режиме реального времени (двухмерное изображение) одновременно с доплеровским исследованием и исследованием в одномерном режиме сканирования;

B/M-mode - исследование в режиме реального времени (двухмерное изображение) одновременно с исследованием в одномерном режиме сканирования;

B-flow - визуализация потоков в В-режиме (**B-mode**) - доплеровское картирование, энергетический доплер;

CDFS - мультичастотное сканирование;

CFD - ColorFlow Doppler: цветовой доплер;

DAC - Dynamic Aperture Control: система динамического кон-

троля апертуры;

DBF - Digital Beam Forming: цифровое формирование луча

DDD - Dual Dynamic Display DIC - Режим двойного динамического дисплея;

DFI - система динамического мультимедийного изображения;

DICOM - в настоящее время является едва ли не основным медицинским коммуникационным стандартом для передачи изображений. Стандарт имеет технологию для уникальной идентификации любого информационного объекта при сетевом взаимодействии, применяет сжатие изображений по стандарту JPEG. В качестве файловой системы использует FAT (совместимую с DOS версии 4.0 и выше) и поддерживает различные форматы физических носителей: дискеты 1.44М, магнитооптические диски (128М, 650М и 1.2G), CD-R диски;

DMS - Data Management Subsystem: подсистема обработки данных (рабочая станция) позволяет запоминать изображения в цифровом формате, не влияя на качество изображения, расширяет кинопамять, обеспечивает сетевую связь, совместимость с системой DICOM;

Doppler - доплер, режим доплерографии;

DPF - Directional PowerFlow: направленный энергетический доплер;

DSLDC - система динамического контроля плотности линий;

ED/FDA - система динамического фокусирования с динамической аподизацией;

ePHD - технология формирования луча (детектирование чистой эхо-гармоники) для улучшенной дифференцировки тканей;

FAM - Free Angular M-mode: углонезависимый M-режим (анатомический M-режим) - получение на экране до трех срезов одновременно в реальном масштабе времени;

FDR- Full Dynamic Range: полноценный динамический диапазон;

FET - Front End Technology: разработанная компанией Aloka система соответствия импеданса для расширения частотного ответа фронтального края;

Harmonic Echo: Гармоническое эхо - технология построения

изображения с использованием вторых гармонических компонентов, содержащих значительно меньше артефактов и шумов, чем компоненты основных частот. Технология обеспечивает улучшенную дифференциацию тканей;

HST- Hemispheric Sound Technology: технология формирования гемисферического ультразвукового потока с новым 12-ти битовым цифровым формирователем луча (DBF);

Image Effect - Эффект изображения: позволяет управлять формированием ультразвукового луча для получения оптимальных результатов как в простых, так и в технически сложных условиях сканирования;

IPS - Image Processing Select: Выбор обработки изображения. Настройка изображения включает в себя регулировку таких параметров, как контраст, яркость, корреляция рамки и т.п. При помощи данной функции можно запрограммировать несколько комбинаций факторов для каждого из предварительно заданных вариантов и просто в дальнейшем вызывать одним нажатием кнопки требуемый вариант - будь то "мягкий" (богатая шкала серого) или "жесткий" (высоко контрастная);

ISP - Image Select Profile Выбор профиля изображениях. При помощи аппарата данной функции возможно изменение, без смены датчика, частоты передачи/приема и целого ряда других параметров для достижения более высокого разрешения или лучшей пенетрации звукового сигнала. Таким образом, учитываются индивидуальные особенности тканей пациента или глубина расположения обследуемого органа;

Linear-scan: линейное сканирование;

MBP - Multiple Beam Processing: обработка множества лучей для формирования сверхвысокой частоты кадров. Обеспечивает оптимальную эффективность динамических исследований;

M-mode - режим одномерного изображения;

PAN-ZOOM - Блок масштабирования в реальном времени;

PF - поэлементное фокусирование для четкого пространственного разрешения по всему рабочему полю;

PFD - PowerFlow Doppler: энергетический доплер;

PHD - Pure Harmonic Detection: использование второй гармони-

ки эхосигнала (детекция чистой эхо-гармоники) дает свободные от артефактов изображения, с лучшим соотношением сигнал/шум, выдавая в итоге исключительно ясные изображения даже трудных в техническом отношении объектов;

PixelFocus: Поэлементное Фокусирование обеспечивает четкое пространственное разрешение;

QFI - Quint Frequency Imaging: Формирование изображения по частоте Квинта, позволяет выбрать оптимальный частотный диапазон в исключительно широкой полосе частот при использовании ч/б шклы и доплера;

RDF - динамическая мультиточечная фокусировка;

RTDF - Real Time Dynamic Focusing: система динамического фокусирования в режиме реального времени;

Sector - scan: секторное сканирование;

SSCWD - Supersensitive Steerable CW Doppler Mode - сверхчувствительный управляемый режим постоянно-волновой доплерографии;

TDI - Tissue Doppler Imaging - тканевой доплер: цветное картирование движения тканей (опция, доступна при наличии датчиков с фазированной решеткой);

THE - тканевая гармоника;

VM - Volume Mode: Объемный режим, дает фотографически реальные трехмерные изображения - 3D images;

W-SHD - Wide-band Super High-Density: широкополосной Супер-Высокой Плотности. Автоматический контроль качества В-режима;

ZOOM - "зум": общее и локальное увеличение изображения без потери качества;

ВСИ - встроенная система измерений;

ИМТ - изделия медицинской техники;

КР - капитальный ремонт;

КТ - компьютерная томография;

КТО - комплексное технического обслуживания;

КТС - контроль технического состояния;

ЛПУ - лечебно-профилактическое учреждение;

МКС - метрологический контроль состояния (медицинской техники);
МРС - магнитно-резонансная спектрография;
МРТ - магнитно-резонансная томография;
МТ - медицинская техника;
МЭК - Международная электротехническая комиссия;
ПСШ - поворотный стол-штатив;
ПУ - пульт управления;
РДА - рентгеновские диагностические аппараты;
СИ - система измерений;
СИМН - средства измерения медицинского назначения;
СО - сервисное обслуживание;
СР - средний ремонт;
ТО - техническое обслуживание;
УЗИ - ультразвуковое исследование;
УРИ - усилитель рентгеновского изображения;
УРП - устройство рентгеновское питающее;
УТСШ - универсальный телеуправляемый стол-штатив;
ФСЛ - фотостимулируемый люминофор;
ЭСУ - экрано-снимочное устройство;
ЯМР - ядерный магнитный резонанс.

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие предназначено для переподготовки и повышения квалификации специалистов - руководителей предприятий различных форм собственности по разработке, производству, техническому обслуживанию медицинской техники и изделий медицинского назначения, руководителей структурных подразделений этих предприятий, главных метрологов, экспертов, технических специалистов, в том числе экологических учреждений и учреждений санитарно-эпидемиологического профиля, специалистов в области высоких медицинских технологий, в том числе нанотехнологий.

В МВТУ им. Н.Э.Баумана (ныне МГТУ им. Н.Э.Баумана) работы по созданию медицинской техники начались еще в 1940-х годах под руководством доктора технических наук, профессора А.М. Кугушева на кафедре радиоэлектроники и продолжают в настоящее время на многих кафедрах Университета. Создан факультет биомедицинской техники (декан факультета доктор технических наук, профессор С.И. Щукин), выпускающий специалистов по биомедицинским техническим системам, под которыми сегодня понимают совокупность технических устройств и технологий их применения для диагностики, физиотерапевтического и хирургического восстановления здоровья человека. Необходимо подчеркнуть, что первые наработки в этой области в МГТУ им. Н.Э. Баумана были сделаны на базе Специального факультета переподготовки и повышения квалификации специалистов МГТУ им. Н.Э.Баумана, научное руководство которым осуществлял доктор технических наук, профессор В.И. Лоцилов.

В ряде разделов данного пособия использована информация, содержащаяся в учебниках, а также материалы, размещенные в Интернете, в журналах «Медицинская техника», «Биомедицинские технологии и радиоэлектроника», нормативных документах по техническому обслуживанию медицинской техники.

Учебное пособие состоит из 3-х частей. В первой части: «Приборы, аппараты, оборудование и технологии для исследования физиологических и биохимических параметров организма» авторов: Герцика Ю.Г., Кайдалова С.А., Герцика Г.Я. приводится классификация медицинской лабораторной техники, описываются современные технические устройства, основные принципы их разработки, производства и технического обслуживания, а также технологии и методики исследования функциональных и биохимических параметров путем анализа параметров биологических сред организма. Рассматриваются:

- а). приборы для лабораторных клинических и научных исследований;
- б). функциональной диагностики;
- в). мониторинга физиологических и биохимических параметров организма.

Во второй части «Приборы, аппараты, оборудование и технологии для визуализации органов и тканей» авторов Амброзевича Е.Г., Герцика Ю.Г., Сеницына В.Е., Потемкина А.В. рассмотрены вопросы по разработке, производству, техническому обслуживанию и ремонту оборудования для:

- а). ультразвуковых исследований;
- б). рентгенологии;
- в). томографии;
- г). эндоскопии и видеоэндоскопии.

В третьей части «Приборы, аппараты, оборудование и методики здоровьесберегающих технологий» авторов Семикина Г.И., Герцика Г.Я., Мысиной Г.А., Герцика Ю.Г. рассмотрены вопросы:

- а). социально-педагогической реализации здоровьесберегающих технологий на примере образовательной среды;
- б). применения наукоемких технологий для сохранения и укрепления здоровья человека, оценки экономической составляющей здоровьесберегающих технологий.

Глава 1. Ультразвуковые системы для визуализации органов и тканей человека

Раздел 1. Физика ультразвука

Звуковая волна - это механическая продольная волна, в которой колебания частиц находятся в той же плоскости, что и направление распространения волны (энергии). В отличие от электромагнитных волн (радиоволны, например, в МРТ, которые не могут распространяться в вакууме), для звуковых волн необходима среда.

Звуковые волны, как и все другие, характеризуются рядом параметров:

- частота (f) – число полных колебаний в единицу времени;
- период (T) - время одного полного колебания;
- длина волны (λ) – длина, которую занимает в пространстве одно полное колебание;

Чем выше частота, тем меньше длина волны и тем меньше размеры объекта, можно которые наблюдать с помощью ультразвукового диагностического прибора.

К ультразвуковым колебаниям, применяемым в медицине относят, колебания от 18 кГц до 2 МГц (в ряде случаев и выше 2 МГц). Получение ультразвука базируется на обратном пьезоэлектрическом эффекте.

Скорость распространения ультразвука, во многих источниках, обозначаемая символом C в тканях человека примерно составляет 1540 м/с – на эту скорость и запрограммированы большинство ультразвуковых диагностических приборов.

Важным параметром среды является акустическое сопротивление, в ряде случаев, обозначаемое через Z , которое определяют как произведение плотности - ρ среды и скорости распространения ультразвуковой волны: $Z = \rho \times C$.

При прохождении ультразвука через ткани возникают явления отражения, преломления, рассеивания и поглощения.

Интенсивность отраженного ультразвука и ультразвука, прошедшего через границу сред, зависит от исходной интенсивности и разности акустических сопротивлений сред.

Контроль качества ультразвукового оборудования включает в себя:

- определение относительной чувствительности системы;
- определение разрешающей способности;
- точности работы измерителя расстояния и т.д.

Для контроля качества работы ультразвуковых приборов используются специальные тест – объекты или тканево-эквивалентные фантомы.

При ультразвуковом исследовании (УЗИ) для создания изображения внутренних органов используются звуковые волны высокой частоты. УЗИ. УЗИ изображений на кожу наносится гель, и ультразвуковой датчик (излучатель) перемещается над интересующей областью, датчик (приемник) обеспечивает регистрацию информационного сигнала. Компьютер обрабатывает сигнал и выводит его на экран в виде изображения [1, 9, 11, 17].

Ультразвуковое исследование (сонография) является одним из наиболее информативных методов неинвазивной диагностики в медицине. Благодаря тому, что органы и ткани имеют различные плотности, проницаемости и коэффициенты отражений для высокочастотных ультразвуковых волн: от одних биологических структур волна отражается, другими поглощается, через третьи - проходит практически свободно. Этот принцип эхолокации и был положен в основу УЗИ-сканеров - отраженные от неоднородных по проницаемости структур ультразвуковые волны улавливаются датчиком аппарата и после компьютерной обработки преобразуются на экране монитора в светящиеся точки, из которых и формируется изображение в виде среза тканей. В последние годы за счет скачка технологий стало возможным получение не только двухмерных "срезов", но и объемных изображений органов, плода в матке и т.п.

Физическая сущность перечисленных методов, отражается в физических свойствах биологических тканей применительно к ультразвуку:

Таблица 1.

Скорость УЗ волн в различных средах и акустические сопротивления сред

Среда	Скорость звука, м/с	Плотность относительно воды, ρ_c/ρ_B	Акустическое сопротивление относительно воды, Z_0/Z_B
Воздух (при нормальных условиях)	343	1,2x10 ³	0,3x10 ³
Дистиллированная вода (при 20°C)	1480	1,0	1,0
Легкие	400-1200	0,95	0,86-0,94
Жировая ткань	1350-1470	1,03	1,06-1,09
Мозг	1520-1570	1,06	1,04-1,08
Кровь	1540-1600	1,06	1,11-1,14
Печень	1550-1610	1,07	1,13-1,18
Мышечная ткань	1560-1620	1,07	1,13
Почка	1560	1,06	1,11
Мягкие ткани (среднее значение)	1540	1,2-1,8	2,2-5,0 0,8-1,6
Костная ткань	2500-4300		
Камни печени	1400-2200		

Таблица 2.

Коэффициент отражения ультразвука на границе биологических сред

Граница сред	C/C _{отр.} %
Кровь - мышца	1,5
Кровь - почка	2,1
Кровь - печень	2,7
Мышца - жир	10,0
Печень - камни печени	0-17,0
Мышца - кость	64,0
Мозг - кость черепа	66,0
Воздух - мягкие ткани	99,95

Таблица 3.

х, см	Затухание, в дБ	Уменьшение амплитуды давления	Уменьшение мощности УЗ волны
1	1	на 10%	на 20%
3	3	в 1,4 раза	в 2 раза
6	6	в 2 раза	в 4 раза
10	10	в 3 раза	в 10 раз
20	20	в 10 раз	в 100 раз

В отличие от других методов лучевой диагностики (флюорографии, рентгена, компьютерной томографии и ядерно-магнитного резонанса) сонография в тех дозах, которые применяются в УЗИ - безвредна для человека.

УЗИ-исследования применяются для диагностики заболевания, определения хода протекания беременности, наблюдения за динамикой процесса и оценки результатов лечения. Благодаря своей безопасности ультразвуковая диагностика получила широкое распространение.

УЗИ-диагностика, как правило, не требует какой-либо специальной подготовки больного. Исследование органов брюшной полости, в основном, производят утром натощак, женских половых органов, предстательной железы и мочевого пузыря - при наполненном мочевом пузыре. Для лучшего контакта ультразвукового датчика с поверхностью тела кожу смазывают специальным гелем.

Ультразвуковая диагностика позволяет получить важную информацию о состоянии различных органов - печени, поджелудочной железы, селезенки, почек, мочевого пузыря, предстательной железы, надпочечников, щитовидной железы и др. В акушерской клинике - определить срок беременности и расположение плода, отставание в его развитии и врожденные пороки, установить неразвивающуюся беременность, полный или неполный выкидыш.

Возможна также диагностика гинекологических заболеваний: миомы и опухоли матки, кист и опухолей яичников.

Ультразвуковое исследование показано во всех случаях, если в брюшной полости пальпируется какое-то образование, особое значение имеет в распознавании злокачественных опухолей органов пищеварения. Легко диагностируются некоторые острые заболевания, требующие срочного хирургического вмешательства, такие как острый холецистит, острый панкреатит, тромбоз сосудов и др. Эхография практически всегда позволяет быстро выявить механическую природу желтухи и точно установить ее причину.

При исследовании сердца получают информацию об особенностях его строения и динамики сокращений, о врожденных и приобретенных пороках, поражениях миокарда, ишемической болезни, перикардитах и других заболеваниях сердечно-сосудистой системы. Ультразвук применяется для оценки насосной, функции сердца, для контроля действия лекарственных препаратов, для изучения коронарного кровообращения и является таким же надежным методом бескровной диагностики, как электрокардиография и рентгенологическое исследование сердца.

Приборы импульсно-доплеровского типа регистрируют скорость кровотока в глубоко расположенных магистральных сосудах (аорта, нижняя полая вена, сосуды почек и др.), выявляют непроходимость периферических сосудов - зоны тромбоза, а также облитерирующего эндартериита.

Ультразвуковая диагностика дает возможность визуально представить внутренние структуры глазного яблока даже в случаях непрозрачности его сред, позволяет измерить толщину хрусталика, длину осей глаза, обнаружить отслойку сетчатки и сосудистой оболочки, помутнение в стекловидном теле, инородные тела. Используется для расчета оптической силы искусственного хрусталика, для наблюдения за развитием близорукости.

Для контроля качества работы ультразвуковых приборов должны, в соответствии со стандартами ИСО, использоваться специальные тест – объекты или тканево-эквивалентные фантомы.

Для получения УЗИ изображений на кожу наносится гель, и ультразвуковой датчик (излучатель) перемещается над интересующей областью, датчик (приемник) обеспечивает регистрацию информационного сигнала. Компьютер обрабатывает сигнал и выводит его на экран в виде изображения. Широко в клинической практике для исследований, в большей части, кровотока используются и ультразвуковые диагностические приборы, основанные на эффекте Доплера, заключающемся в изменении частоты ультразвукового сигнала при изменении скорости кровотока. На этом принципе работают индикаторы потока крови, типа ИПК и др.

Рассмотрим пример реализации отечественного ультразвукового томографа для исследования головного мозга "Краниоскоп-КТ".

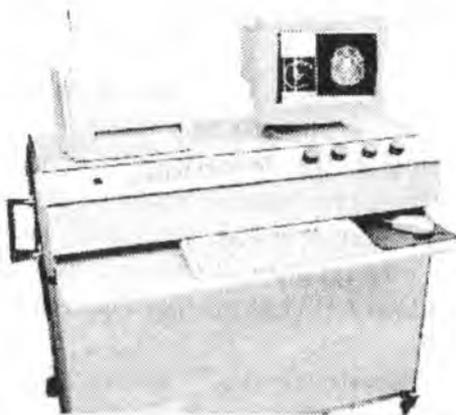


Рис. 1. Программно-аппаратный комплекс "Краниоскоп-КТ" предназначен для ультразвуковой томографии головного мозга (КТ – компьютерный томограф)

Комплекс "Краниоскоп-КТ" позволяет строить двумерные изображения срезов внутричерепных структур и образований.

Комплекс "Краниоскоп-КТ" является уникальной разработкой Компании "Ультрамед-1" и не имеет аналогов в мире.

Оригинальное программное обеспечение, разработанное ведущими специалистами Компании "Ультрамед-1", основано на использовании новейших компьютерных методов обработки сигналов и построения изображений.

Комплекс "Краниоскоп-КТ" позволяет решать такие диагностические задачи, как прорисовка дислокации межполушарного пространства, выявление и локализация пристеночной гематомы, выявление и локализация интракраниальных включений, выявление гидроцефалии методом прорисовки желудочковой системы, определение профиля толщины костей черепа, выявление и локализация аневризм и т.п.

Таким образом, по своим диагностическим возможностям Комплекс "Краниоскоп-КТ" является аналогом ЯМР и рентгеновского томографа для исследования головного мозга и благодаря использованию ультразвуковой методики имеет следующие достоинства:

Комплекс "Краниоскоп-КТ" является абсолютно безвредным, не требует специального помещения;

оборудование Комплекса имеет низкую стоимость, а себестоимость обследования практически сводится к нулю.

Разработка медицинской методики комплекса проводилась совместно с ведущими специалистами НИИ нейрохирургии имени академика Н.Н.Бурденко Российской Академии Медицинских Наук.

Комплекс "Краниоскоп-КТ" прошел клинические испытания в Детской Психиатрической Больнице № 6 (Московский Городской Центр Охраны Психического Здоровья Детей) и 4-й Градской Больнице г. Москвы и получил многочисленные положительные отзывы врачей.

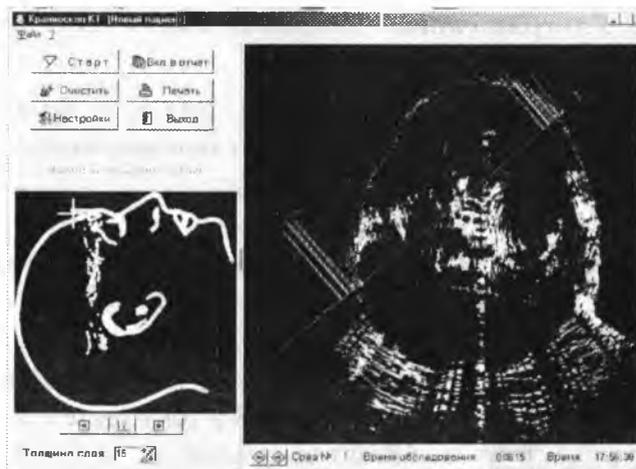


Рис. 2. Демонстрация работы комплекса «Краниоскоп-КТ» и обучение работе на нем проводится в НИИ нейрохирургии им. ак. Н.Н.Бурденко РАМН

В следующих разделах этой главы приведем основные технические характеристики и конструктивные особенности ультразвуковых диагностических приборов на примере некоторых, представленных на рынке России, ультразвуковых диагностических систем таких фирм-производителей, как «Алока», «Сименс» и «Филлипс».

Раздел 2. Ультразвуковые диагностические системы фирмы «АЛОКА»

Ультразвуковые сканеры фирмы ALOKA (Япония) представляют собой линейку аппаратов от базовых моделей до экспертных систем:

Сканер



Алока-500

Краткая техническая характеристика

Многоцелевой портативный линейный/конвексный сканер **ALOKA SSD-500 MICRUS** в комплекте с 3,5 МГц 60° 60 мм конвексным датчиком высокого разрешения UST-934N-3.5
Режимы В, М, В/М, 2В, селективное измерение масштаба В-изображения, регулировка скорости движения изображения в М-режиме, динамическая фокусировка, встроенный трек-бол, программируемые гестационные таблицы, трехмерный метод расчета объемов, трассировка для измерения областей исследования. Вес - 10 кг.

Возможности расширения:

блок для подключения дополнительного датчика, блок питания от сети 12 В, внутрисполостные, интраоперационные датчики и пр.

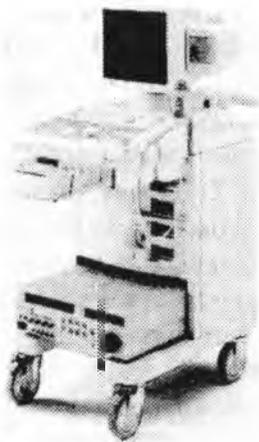
Сканер **ALOKA SSD-500 MICRUS Ver.3** - аналог ALOKA SSD-500 MICRUS с дополнительной функцией кинопамяти.



Алока-900

Многоцелевой портативный линейный/конвексный сканер ALOKA SSD-900 в комплекте с 3.5 МГц 60° 60мм электронным конвексным датчиком сверхвысокой плотности UST-979-3.5. Режимы В, М, В/М, 2В, электронные датчики сверхвысокой плотности, функция ZOOM, данные о пациенте с автоматическим вычислением площади тела, полный отчет при акушерских измерениях, кардиоотчеты, 15 программ предустановок, автоматическое регулирование усиления в В-режиме, одновременная установка параметров изображения в В, М режимах, функция переключения температурного индекса, регулировка уровня акустической мощности, 9-ти дюймовый монитор высокого разрешения. Вес 14.5 кг.

Возможности РАСШИРЕНИЯ: блок для подключения дополнительного датчика, блок для подключения механических и панорамно-радиальных датчиков, управляемые линейные, внутриволостные, интраоперационные датчики и пр.



Алока-1100

Многоцелевой линейный / секторный / конвексный / панорамно-радиальный сканер **ALOKA SSD-1100 FLEXUS** в комплекте с 3.5 МГц 60° 60мм конвексным датчиком высокого разрешения **UST-934N-3.5**.

Режимы В, 2В, М, В/М, динамическое мультисекторное изображение, динамический контроль апертуры, 15 индивидуальных программ предустановок, селективное изменение масштаба В-изображения, изменение зоны и частоты сканирования, автоматическая подготовка отчета в акушерстве, кардиологии и ангиологии, 12-ти дюймовый монитор высокого разрешения (256 градаций серого).

Возможности РАСШИРЕНИЯ: блок РV/НPRF/CW-доплера с режимами (D, В/D), кино-память, блок обработки сигналов с видеомэгнитофона, внутривидеокамеры, интраоперационные датчики и пр.



Алока-1400

Многоцелевой линейный / секторный / конвексный / панорамно-радиальный сканер **ALOKA SSD-1400** в комплекте с 3.5 МГц 60° 60мм электронным конвексным датчиком сверхвысокой плотности UST-979-3.5.

Электронные датчики сверхвысокой плотности, работающие в режиме импульсного доплера, изменение угла луча при доплеровском сканировании, данные о пациенте с автоматическим вычислением площади тела, полный отчет при акушерских измерениях, 15 программ предустановок, автоматическое регулирование усиления в В-режиме, автотрассировка в доплеровском режиме, одновременная установка параметров изображения в В, М, D режимах, функция переключения температурного индекса, 12-ти дюймовый монитор высокого разрешения (256 градаций серого).

Возможности РАСШИРЕНИЯ: блок PV/HPRF/CW-доплера с режимами (D, B/D), дуплексный режим в В/D, кинопамять, блок обработки сигналов с видеомагнитофона, рабочая станция в стандарте DICOM с записью изображения на магнитооптический диск (1000 В/W или 400 color), датчик трехмерной реконструкции, управляемые линейные, внутрисполостные, интраоперационные датчики и пр.)



Алока-3500

Цифровая диагностическая многоцелевая ультразвуковая система
ALOKA ProSound SSD-3500.

- 12-разрядный цифровой преобразователь;
- новое поколение широкополосных датчиков сверхвысокой плотности;
- многолучевой метод получения изображения для обеспечения высокой частоты кадров (более 500/сек);
- 162 дБ динамический диапазон;
- мультисекторная технология (2-13 МГц);
- тканевая гармоника

Методы сканирования: электронное конвексное, электронное линейное, электронное секторное с фазированной решеткой.

Метод фокусировки луча: электронная динамическая фокусировка по каждому пикселу с динамической аподизацией.

Режимы визуализации: В (256 градаций серого), М, D: спектральный доплер (PW, HPRF PW), Flow: ColorDoppler & PowerFlow, В/В, В/М, В/D, В(Flow), Dual В(Flow), М(Flow), В(Flow)/М(Flow), В(Flow)/D, Triplex mode: В/Flow/PW Doppler, DDD (Двойной Динамический Дисплей): В / В / (Flow), TDI (опция), Volume Mode (опция).

Тканевое гармоническое эхо (Tissue

Harmonic Echo) - повышение качества изображения за счет режекции боковых сигналов и ревербераций ультразвукового сигнала в тканях - 4 ступени (пенетрация, стандарт, высокое разрешение, сверхвысокое разрешение). Цветовое доплеровское картирование (Color Doppler) в режиме (PW, HPRF PW). Корректировка угла в спектральном доплере до 80 градусов. Автотрассировка спектральных кривых. Фильтр движения стенок - многоступенчатый от 50 до 1600 Гц. Изменение угла луча при цветовом доплеровском картировании (30 град.)

Энергетический доплер (PowerFlow) - измерение малых и сверхмалых скоростей кровотока: пять видов цветной кодировки, 32 градации цвета.

Тканевой доплер (Tissue Doppler Imaging) - качественный и количественный анализ скорости движения миокарда (опция).

Угол-независимый M-режим (Free Angular M-mode) - реальновременная трехэкранная визуализация в M-режиме (опция).

Анализ профиля потока (Flow profile analysis) (опция).

Частота кадров: более 500 кадров в секунду.

Кинопамять: кинопетля 2048 изображений.

Интегрированная подсистема управления данными (iDMS):

- Автоматизированное рабочее место для архивирования данных протокола исследования.
- Запись и хранение изображений на встроенном жестком диске (999изображений);
- Передача / прием изображений в форматах DICOM, TIFF, BMP (опция).
- Запись оцифрованных изображений на магнитооптический диск (опция).
- Запись оцифрованных изображений на дискету (1.4") через встроенный флоппи-дисковод.
- Мультиэкранный дисплей.
- Расширенная функция протокола (отчета)

Кроме того:

- 15 избранных и настраиваемых программ предустановок.
- 51 метки тела.
- Усовершенствование управления меню с помощью вращающегося регулятора.
- Цветной безбликовый 15-дюймовый монитор высокого разрешения с поляризованным экраном, меняющий положение по горизонтали и вертикали, а также с наклоном.
- Изменение положения пульта управления по высоте.
- Коннекторы для одновременного присоединения 2-х датчиков, 1 - дополнительно.

- Stereoаудиовыход.
- Видеовыход в стандарте PAL.
- Электропитание 220В, 50-60 Гц. Потребляемая мощность не более 1000 VA.
- Электробезопасность IEC 60601-1 Класс I, тип BF.
- Аксессуары (включая ножную педаль, гель 240мл./упаковка в рабочей трубе и пр.).
- Масса 100 кг.
- Инструкция по эксплуатации на русском языке.
- Широкополосные датчики сверхвысокой плотности
 - Абдоминальные исследования:
 - UST-9123 - электронный конвексный датчик 60 ммR, 60град. Ультразвуковые частоты, в режимах, МГц.: В-2.5/3.8/5.0/6.0; РW/F - 2.1/2.5/3.0/3.8, PowerFlow. Тканевое гармоническое эхо H.E-2.1P/2/5S/2/5R/3/0H.
- Средства визуализации: Черно-белый видеопринтер SONY UP-895MD.
- Теплочувствительная пластифицированная глянцевая бумага UPP-110S, 10 рул./набор.
- Источник бесперебойного питания: PowerWear 9120 1500VA. Тип "on-line", мощ-

ность 1500ВА, входное напряжение 160-276В, со стабилизацией, двойное преобразование напряжения, синусоидальная волна при работе от аккумулятора, автономность при отключении сети 7 мин.



Алока-4000

Диагностическая многоцелевая ультразвуковая система "Middle Premium" класса **ALOKA ProSound SSD-4000**.

Платформа Цифрового Формирования Луча, включающая:

- 12-ти разрядный цифровой преобразователь;
- 256 приемно-передаточных каналов;
- 172 дБ динамический диапазон;
- новое поколение широкополосных датчиков сверхвысокой плотности;
- многолучевой метод получения изображения для сверхвысокой частоты смены кадров (более 500 кадров/сек.);
- мультислотная технология (2-13 МГц.);
- Тканевая гармоника (4-х ступенчатая технология PHD)

Методы сканирования: электронный конвексный, электронный линейный, электронный секторный с фазированной решеткой, механический (опцион).

Метод фокусировки луча: электронная динамическая фокусировка по каждому пикселу с динамической аподизацией.

Режимы визуализации: В (256 градаций серого), М, D: спектральный доплер (PW, HPRF PW, CW (опцион), Flow: ColorDoppler & PowerFlow imaging, B/B, B/M, B/D, B(Flow), Dual B(Flow), M(Flow), B(Flow)/M(Flow), B(Flow)/D, B/Flow/PW Doppler - Triplex mode, B/B(Flow), TDI-тканевой доплер (опцион), VM-объемный режим (опцион). B/B(Flow) - двойной динамический дисплей (DDD).

Тканевая гармоника (Tissue Harmonic Echo) - повышение качества изображения за счет режекции боковых сигналов и ревербераций ультразвукового сигнала в тканях - 4 ступени (пенетрация, стандарт, высокое разрешение, сверхвысокое разрешение) (опцион).

Цветовое доплеровское картирование (Color Doppler) в режимах постоянной волны (CW) и импульсном (PW, HPRF PW). Корректировка угла до 80 градусов. Автотрассировка спектральных кривых. Фильтр движения стенок - многоступенчатый от 50 до 1600 Гц с независимой регулировкой для PW и CW. Изменение угла лу-

ча при цветовом доплеровском картировании (30 град.).

Энергетический доплер (PowerFlow) - измерение малых и сверхмалых скоростей кровотока: пять видов цветной кодировки, 32 градации цвета.

Тканевой доплер (Tissue Doppler Imaging) - качественный и количественный анализ скорости движения миокарда (опцион).

Кардиопакет - специализированное программное обеспечение для кардиологических исследований и расчетов (опцион).

Угол-независимый М-режим (Free Angular M-mode) - реальновременная трехэкранная визуализация в М-режиме (опцион).

Частота кадров: более 500 кадров в секунду.

Кинопамять: кинопетля 2048 изображений.

Интегрированная подсистема управления данными (iDMS):

- Автоматизированное рабочее место для архивирования данных протокола исследования (3 000 протоколов).
- Запись и хранение изображений на встроенном жестком диске (999 изображений);
- Передача / прием изображений в форматах DICOM, TIFF, BMP.
- Запись оцифрованных изобра-

жений на магнитооптический диск (драйвер МОД - опция).

- Запись оцифрованных изображений на дискету (1.4") через встроенный флоппи-дискковод.
- Двух / Четырех / Восьми/ шестнадцати/тридцати двух - экранный дисплей.

Расширенные функции отчета (протокола):

- Акушерский отчет
- Гинекологический отчет
- Кардиологический отчет
- Отчет акушерско-гинекологического мониторинга

Кроме того:

Усовершенствование функции ZOOM - полноэкранный режим. 15 избранных и настраиваемых программ предустановок. 53 метки тела. Усовершенствование управления меню с помощью вращающегося регулятора; Цветной безбликовый 15-дюймовый монитор высокого разрешения с поляризованным экраном, меняющий положение по горизонтали и вертикали, а также с наклоном. Коннекторы для одновременного присоединения 3-х датчиков.

Стереoaудиовыход.

Видеовыход в стандарте PAL.

Электропитание 220В, 50-60 Гц. Потребляемая мощность не более 1100 ВА.

Электробезопасность IEC 60601-1

Класс I, тип ВФ. Руководство пользователя на русском языке.

Аксессуары (включая ножную педаль, гель и пр.). Масса 150 кг.

Широкополосные датчики сверхвысокой плотности

Абдоминальные исследования:

UST-9123 - электронный конвексный датчик 60 ммR, 60град. Ультразвуковые частоты в режимах, МГц.: В, М - 2.5/3.8/5.0/6.0; PW/F - 2.1/2.5/3.0/3.8; Н.Е.- 2.1P/2.5S/2.5R/3.0H. PowerFlow. Гармоническое эхо.

Исследования поверхностных органов, периферических и центральных сосудов:

UST-5710 - электронный линейный 60мм датчик. Ультразвуковые частоты в режимах, МГц.: В, М - 5.0/6.0/7.5/10.0; PW/F - 5.0. PowerFlow. (опцион).

Кардиологические исследования:

UST-5299 - электронный секторный 90град. датчик с фазированной решеткой. Ультразвуковые частоты в режимах, МГц.: В, М - 2.1/2.5/3.0/3.8; PW/F - 2.1/2.5/3.0/3.8; CW- 2.1; Н.Е. 1.9. PowerFlow. Управляемый CW-доплер. Гармоническое эхо. Диапазон измерения скоростей: от +15.92 м/с до -15.92 м/с. (опцион).

Трансвагинальные / трансректальные исследования:

UST-9124 - электронный конвексный датчик 9 ммR, 178град. Ультразвуковые частоты в режимах, МГц.: В, М -

3.8/5.0/6.0/7.5; PW/F - 3.0/3.8/5.0/6.0.
PowerFlow. (опцион).

Средства визуализации:

Черно-белый видеопринтер SONY
UP-895MD.

Теплочувствительная пластифициро-
ванная бумага для термопринтера, 10
рулонов.

Источник бесперебойного питания:
PW 9120-2000i.



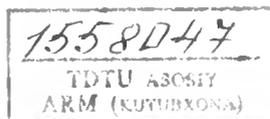
Алока-5000

Диагностическая многоцелевая ульт-
развуковая система **ALOKA**
ProSound SSD-5000.

Платформа Цифрового Формирования
Луча, включающая 12-разрядный ана-
лого-цифровой преобразователь, дат-
чики 256 каналов, динамический диа-
пазон 172 дБ, технологию "Гемисфе-
рического Ультразвукового Потока",
импедансно согласованную техноло-
гию соединения элементов, фокуси-
ровку по каждому пикселу, многолу-
чевую обработку, динамическую апо-
дизацию, мультичастотные датчики и
обработку тканевого гармонического
эхо.

Методы сканирования: электронное
конвексное, электронное линейное,
электронное секторное с фазирован-
ной решеткой, механическое сектор-
ное/радиальное.

Моды: В, М, D(PW, HPRF PW, CW),
B/B, B/M, B/D, B/M/D, B(Flow:Color
Doppler & PowerFlow), B/B(Flow) -



двойной динамический экран (DDD), M(Flow), B(Flow)/M(Flow), B(Flow)/D - Triplex mode, B/Flow/PW Doppler, B(Flow)/M(Flow)/D - Quintrix mode, угол-независимый M-режим, объемная мода в реальном времени (Опцион).

Цветное доплеровское картирование (Color Doppler) в режимах постоянной волны (CW) и импульсном (PW, HPRF PW).

Тканевое гармоническое эхо (Tissue Harmonic Echo) - повышение качества изображения за счет режекции боковых сигналов и ревербераций ультразвукового сигнала в тканях (Опцион).

Тканевое гармоническое эхо с контрастированием (Опцион).

Тканевой доплер (Tissue Doppler Imaging) - измерение скорости движения тканей с режекцией сигнала кровотока. (Опцион).

Энергетический доплер (PowerFlow) - измерение малых и сверхмалых скоростей кровотока.

Посегментный анализ движения миокарда (KI / A-SMA) - недоплеровское цветное картирование изменений положения границы кровь/эндокард через равные временные микроинтервалы для каждого сердечного цикла с посегментным анализом и выявлением зон а-/гипо-/гиперкинезии (Опцион).

Временной анализ обратного рассе-

яния энергии (Backscattered Energy Temporal Analysis). (Опцион).

Анализ профиля потока ("Flow profile" analysis) (Опцион).

Угол-независимый М-режим с 3-х экранной визуализацией (Опцион).

Частота кадров: не менее 400 кадров в секунду.

Метод фокусировки луча: попиксельная электронная динамическая фокусировка с динамической аподизацией.

DICOM-3 совместимая подсистема управления данными (Опцион).

Передача изображений в формате DICOM-3.

Запись оцифрованных изображений на магнитооптический диск.

Spatial Echo, Spatial Flow, Spatial Color - псевдотрехмерная реконструкция изображений в черно-белой шкале, в режимах цветного доплера и энергетического доплера (например, трехмерная реконструкция сосуда дерева исследуемого органа) (Опцион).

3D-реконструкция. Фотореалистичное изображение плода (лицо, тело, скелет) (Опцион).

Кинопамять: кинопетля 1024 секунды, кратковременная память 1024 изображения. долговременная память - 100 изображений.

Сетевой интерфейс (Ethernet).

Ведение информационной системы рентгено-радиологического отдела-

ния.

Встроенная функция "стресс-эхо":

(Опцион)

Двух / Четырех / Восьми - экранный дисплей.

Физический стресс с поддержанием протоколов:

- двухфазного (покой / после нагрузки);
- четырехфазного (покой / пик нагрузки / после нагрузки / восстановление)

Фармакологический стресс с поддержанием протоколов:

- VLPR: базовая линия / низкая доза / максимальная доза / восстановление;
- VLMR: базовая линия / низкая доза / средняя доза / максимальная доза

Блок физиологических сигналов (ЭКГ, ФКГ, пульс) (Опцион).

Кроме того:

15 избранных и настраиваемых программ предустановок.

53 метки тела.

Дополнительная сенсорная панель управления.

Цветной безбликовый 15-дюймовый монитор высокого разрешения с поляризованным экраном.

Коннекторы для одновременного присоединения 3-х датчиков.

Стереoaудиовыход.

Видеовыход в стандарте PAL.

Электропитание 220В, 50 Гц. Потреб-

ляемая мощность не более 1300 VA (с опционами).

Электробезопасность IEC 60601-1

Класс I, тип BF.

Русскоязычная инструкция по эксплуатации.

Аксессуары (включая ножную педаль, гель и пр.).

Датчики, гемисферическая технология:

Абдоминальные исследования:

UST-9119 - электронный конвексный датчик 60 ммR, 60град. Ультразвуковые частоты: В - 2.75/3.0/3.75/5.0/6.0; PW/F - 2.5/3.0/3.75/5.0. Гармоническое эхо. PowerFlow. MP-2473 - пункционный адаптер для UST-9119.

Кардиологические исследования:

UST-5284-2.5 - электронный секторный датчик 90град с фазированной решеткой. Ультразвуковые частоты: В - 2.14/2.5/3.0/3.75; PW/F - 2.14/2.5/3.0/3.75; CW - 2.0; H.E. 1.88. KI/A-SMA. Управляемый CW-доплер. Гармоническое эхо. Диапазон измерения скоростей: от +15.92 м/с до -15.92 м/с. 6 м/с до -5.6 м/с.

Средства визуализации:

Черно-белый видеопринтер SONY UP-895MD.

Теплочувствительная бумага для ч/б. термопринтера (рулон 110ммX20м, 10 рул./упак.).

Видеопринтер цветной PAL SONY UP-21MD.

Бумага UPC-21S для цветного виде-

опринтера, (240 снимков).

Видеомагнитофон S-VHS, PAL SONY SVO-9500MDP.

Видеокассета тип MQSE-180 (180 минут, 10шт/упаковка).

Аксессуары (включая ножную педаль, описание и пр.).

Источник бесперебойного питания Power Wear 9120.



Алока-5500

Диагностическая многоцелевая ультразвуковая система экспертного класса **ALOKA ProSound SSD-5500**.

Платформа Цифрового Формирования Луча, включающая 12-разрядный аналого-цифровой преобразователь, датчики 1024 канала, динамический диапазон 182 дБ, технологию "Гемисферического Ультразвукового Потока", импедансно согласованную технологию соединения элементов, фокусировку по каждому пикселу, многолучевую обработку, динамическую аподизацию, мультичастотные датчики и обработку тканевого гармонического эхо.

Методы сканирования: электронное конвексное, электронное линейное, электронное секторное с фазированной решеткой, электронно-механическое для трехмерной реконструкции..

Метод фокусировки луча: электронная динамическая фокусировка по каждому пикселу с динамической

аподизацией.

Моды: В, М, D(PW, HPRF PW, CW), В/В, В/М, В/Д, В/М/Д, В(Flow:Color Doppler & PowerFlow), В/В(Flow) - двойной динамический экран (DDD), М(Flow), В(Flow)/М(Flow), В(Flow)/Д - Triplex mode, В/Flow/PW Doppler, В(Flow)/М(Flow)/Д - Quintrix mode, объемная мода в реальном времени.

Цветное доплеровское картирование (Color Doppler) в режимах постоянной волны (CW) и импульсном (PW, HPRF PW). Корректировка угла до 80 градусов. Автотрассировка спектральных кривых. Фильтр движения стенок - многоступенчатый от 50 до 1600 Гц с независимой регулировкой для PW и CW.

Тканевое гармоническое эхо (Tissue Harmonic Echo) - повышение качества изображения за счет режекции боковых сигналов и ревербераций ультразвукового сигнала в тканях.

Контрастное гармоническое эхо - методика проведения исследований с введением ультразвукового контраста (Levovist / Echovist, Shering).

Энергетический доплер (PowerFlow) - измерение малых и сверхмалых скоростей кровотока: пять видов цветной кодировки, 32 градации цвета.

Тканевой доплер (Tissue Doppler Imaging) - измерение скорости движения тканей с режекцией сигнала кровотока.

Посегментный анализ движения миокарда (KI / A-SMA) - недоплеровское цветовое картирование изменений положения границы кровь/эндокард через равные временные микроинтервалы для каждого сердечного цикла с посегментным анализом и выявлением зон а-/гипо-/гиперкинезии.

Временной анализ внутреннего рассеяния энергии (ВЕТА) - новая методика исследования состояния миокарда.

Угол-независимый М-режим с 3-х экранной визуализацией.

Регистрация ЭКГ, ФКГ, пульсовой кривой.

Частота кадров: не менее 1000 кадров в секунду.

Кинопамять: кинопетля 1024 секунды, кратковременная память 1024 изображения, долговременная память - 100 изображений.

DICOM-3 совместимая подсистема управления данными.

Передача / прием изображений в формате DICOM-3.

Запись оцифрованных изображений на магнитооптический диск.

Дисковод магнитооптического диска.

Spatial Echo, Spatial Flow, Spatial Color - псевдотрехмерная реконструкция изображений в черно-белой шкале, в режимах цветного доплера и энергетического доплера (например, трехмерная реконструкция сосу-

дистого дерева исследуемого органа).
3D-реконструкция.

Расширенная кинопамять.

Сетевой интерфейс (Ethernet).

Ведение информационной системы
рентгено-радиологического отделения.

Встроенная функция "стресс-эхо":

Двух / Четырех / Восьми - экранный
дисплей.

Физический стресс с поддержанием
протоколов:

- двухфазного (покой / после нагрузки);
- четырехфазного (покой / пик нагрузки / после нагрузки / восстановление)

Фармакологический стресс с поддержанием протоколов:

- VLPR: базовая линия / низкая доза / максимальная доза / восстановление;
- VLMR: базовая линия / низкая доза / средняя доза / максимальная доза

Кроме того:

15 избранных и настраиваемых программ предустановок.

53 метки тела.

Дополнительная сенсорная панель управления.

Безбликовый 15-дюймовый монитор высокого разрешения с поляризованным экраном.

Коннекторы для одновременного присоединения 3-х датчиков.

Стереoaудиовыход.

Видеовыход в стандарте PAL.

Электропитание 220В, 50 Гц. Потребляемая мощность не более 950 VA.

Электробезопасность IEC 60601-1

Класс I, тип BF.

Русскоязычная инструкция по эксплуатации.

Аксессуары (включая ножную педаль, гель и пр.).

Датчики, гемисферическая технология:

Абдоминальные исследования:

UST-9126 - электронный конвексный датчик 60 мм, 60*. Ультразвуковые

частоты: В - 3.0/3.75/5.0/6.0; PW/F -

2.5/3.0/3.75/5.0. Гармоническое эхо -

2.14. PowerFlow. Контрастное эхо.

Диапазон измерения скоростей: от

+5.6 м/с до -5.6 м/с. MP-2473 - пунк-

ционный адаптер для UST-9126 и

UST-9115-5

Кардиологические исследования:

UST-52101 - электронный секторный

90* датчик. Гемисферическая техно-

логия. Ультразвуковые частоты: В -

2.14/2.5/3.0/3.75; PW/F -

2.14/2.5/3.0/3.75; CW - 2.14; Гармони-

ческое эхо - 1.875. Диапазон измере-

ния скоростей: от +15.92 м/с до -15.92

м/с. KI/A-SMA. Управляемый CW -

доплер. ВЕТА. Контрастное эхо.

PowerFlow.

Трансвагинальные исследования:

UST-9118 - электронный конвексный

датчик 9 ммR, 180*. Ультразвуковые

частоты: В - 3.75/5.0/6.0/7.5; PW/F - 3.0/3.75/5.0/6.0. PowerFlow. Диапазон измерения скоростей: от +5.6 м/с до -5.6 м/с. MP-2748 пункционный адаптер для UST-9118.

Исследования поверхностных органов, периферических сосудов:

UST-5712 - электронный 60 мм линейный датчик. Ультразвуковые частоты: В - 5.0/6.0/7.5/10.0; PW/F - 5.0/6.0/7.5. PowerFlow. MP-2456-пункционный адаптер для UST-5712. MP-2463 - дополнительная насадка для оптимизации фокусного расстояния. Диапазон измерения скоростей: от +5.6 м/с до -5.6 м/с.

UST-5545 - электронный 34 мм управляемый линейный датчик. Ультразвуковые частоты: В - 5.0/7.5/10.0/13.0; PW/F - 5.0/6.0/7.5. Гармоническое эхо - 5.0. Контрастное эхо. PowerFlow. Диапазон измерения скоростей: от +5.6 м/с до -5.6 м/с. Пределы управления: 30* с шагом 1* и 5*.

Средства визуализации:

Черно-белый видеопринтер SONY UP-895MD.

Теплочувствительная пластифицированная бумага UPP-110 для термопринтера (рулон 110ммX20м, 10 рул./упак.).

Видеопринтер цветной PAL SONY UP-21MD, формат 110x80мм, RGB-вход.

Бумага UPC-21S для цветного виде-

оприутера, (2 упак. х 240л./упак).
Видеомагнитофон S-VHS, PAL SONY
SVO-9500MDP (включая аудио- и ви-
деокабели).
Видеокассета тип MQSE-180 (180 ми-
нут, 10шт/коробка).
Аксессуары (включая ножную педаль,
описание и пр.).
Источник бесперебойного питания
Power Wear 9120-3000i.

Раздел 3. Ультразвуковые диагностические аппараты фирмы «Сименс»

Диагностическая ультразвуковая система SONOLINE ADARA (Siemens)

Многофункциональная мобильная цифровая черно-белая
ультразвуковая система с высокими характеристиками серой
шкалы.

Датчики электронные, многочастотные.

Система **SONOLINE ADARA** включает в себя такие по-
следние технические достижения как большая ширина разверт-
ки, широкополосная технология датчиков для обеспечения
лучшего разрешения, контрастирования ткани и повышения
диагностической точности исследования.

- Цифровая обработка ультразвукового сигнала
- Программное обеспечение на русском языке
- Возможность получения 3D изображения в акушерстве и
гинекологии трансвагинальным датчиком
- Динамическая фокусировка приема и динамический кон-
троль апертуры для улучшения разрешения и соотношения
сигнал /помеха
- Возможность записи на CD и MO диски
- "Быстрые" установки (QuickSets)
- Черно-белый принтер встроен с систему

Области применения:

Исследования органов брюшной полости, поверхностно расположенных органов, акушерство, гинекология, педиатрия, ортопедия, урология, брахиотерапия предстательной железы.

Датчики

Многочастотные линейные, конвексные и механические датчики с высокой плотностью элементов. Рабочий диапазон частот от 2.6 до 8.5 МГц.

СОНОЛАЙН G50 - цифровая ультразвуковая система с цветным доплером для рутинного ультразвукового исследования в клиниках и диагностических центрах с большим потоком пациентов. Тканевая гармоника Tissue Harmonic Imaging позволяет сочетать превосходное качество серой шкалы и цветового доплеровского картирования. Архитектура системы открыта для таких опционально возможных функций как встроенная рабочая станция DIMAQ-IP, панорамное изображение SieScape™ и кардиологическая опция.

- Новое поколение цифровой обработки ультразвукового сигнала

- Тканевая гармоника встроена в базовый блок
- Сверхчувствительные мультимчастотные датчики
- Технология autocolo для оптимизации изображения в режиме цветового доплеровского картирования

- Направленный энергетический доплер
- Открытая архитектура
- 15" безбликовый энергосберегающий монитор высокого разрешения

Все это новая ультразвуковая система **G50** – В системе реализованы новейшие разработки компании Сименс, направленные на повышение качества диагностики.

Конструкция системы:

- Монитор высокого разрешения размером 15 дюймов, прогрессивного сканирования, частота изображения 50 Гц в режиме PAL.

- Настраиваемая высота уровня монитора и панели управления.
- Угол наклона монитора на 10° вверх и 8,5° вниз, поворот на 180°.
- Жесткий диск емкостью 40 Гбайт (42 000 статических изображений или 6 300 динамических клипов).
- Встроенный CD-RW для записи информации.
- До 3-х портов для универсальных датчиков, 1 дополнительный порт для секторного датчика.

Датчики:

Все датчики широкополосные, многочастотные с высокой плотностью элементов.

Цифровое хранение информации:

Система позволяет сохранять цветные и черно-белые статические изображения и динамические клипы на жестком диске, MO-диске или CD-RW.

СОНОЛАЙН G60 S - многофункциональная полностью цифровая мобильная ультразвуковая система нового поколения позволяет использовать передовые технологии визуализации в повседневной практике, удачно сочетая высокое качество диагностики и рентабельность. Система **СОНОЛАЙН G60 S** открывает новые перспективы для ультразвукового исследования во всех областях применения, включая кардиологию (стресс-ЭХОКГ и чреспищеводная эхокардиография).

- Цифровая архитектура на основе 768 электронных процессинговых каналов
- Технология многолучевого сканирования MultiBeam Formation Technology
- Электронные широкополосные датчики с многочастотной технологией MultiHertz™
- Синтетическая апертура SynAps™
- Тканевая гармоника Tissue Harmonic Imaging
- Панорамная визуализация SieScape™

- Цифровая программируемая система стресс-ЭХОКГ
- Интегрированная рабочая станция DIMAQ-IP
- Запись статических изображений и динамических клипов на жесткий диск , на MO-диск и CD-R в формате "avi" и "bmp"

Конструкция системы:

- Монитор высокого разрешения размером 15 дюймов, прогрессивного сканирования, частота изображения 50 Гц в режиме PAL.
- Настраиваемая высота уровня монитора и панели управления.
- Угол наклона монитора на 10° вверх и 8,5° вниз, поворот на 180°.
- Жесткий диск емкостью в 40 Гбайт (42 000 статических изображений или 6 300 динамических клипов).
- Встроенный CD-RW для записи информации.
- 3 порта для универсальных датчиков, 1 порт для CW датчика.

Датчики:

Все датчики широкополосные, многочастотные с высокой плотностью элементов.

Цифровое хранение информации:

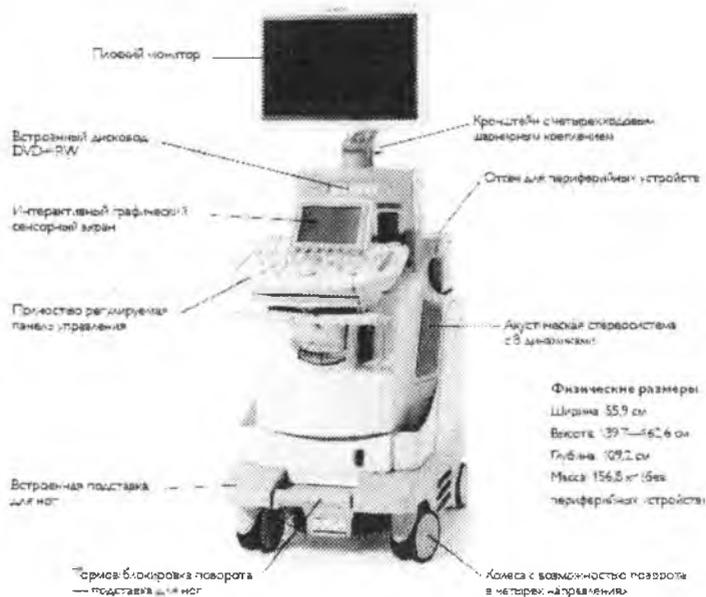
Система позволяет сохранять цветные и черно-белые статические изображения и динамические клипы на жестком диске, MO-диске или CD-RW.

Раздел 4. Ультразвуковое оборудование фирмы «Филлипс»

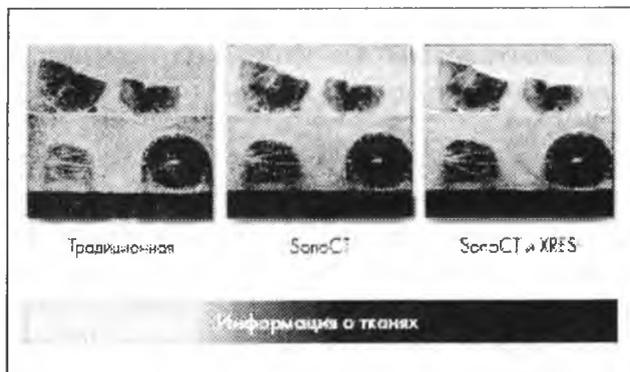
В данном разделе представлена информация из проспектов компании Филлипс, как образец грамотного и технически-корректного отражения преимуществ и функциональных возможностей системы, а также их иллюстрации.

Соответствовать постоянно растущим потребностям диагностической лаборатории – основная задача современных специалистов ультразвуковой диагностики. Старение населения, эпидемия ожирения, ограниченные бюджеты и недостаток квалифицированного персонала – все это обостряет необходимость перехода на новый уровень качества, эффективности и простоты.

Интеллектуальная ультразвуковая система iU22 расширяет границы качества изображения, эффективности рабочего процесса, удобства эксплуатации и функциональности анализа, помогая решить стоящие перед врачом задачи.



Революционная система визуализации начинается с xSTREAM. Насколько важна архитектура системы? Будучи ядром системы, она является основой функционирования.



Результатом совместной работы технологий SonoCT и XRES являются изображения непревзойденной четкости и точности, что повышает надежность диагностики и позволяет на ранней стадии принимать решения по ведению пациентов.

Архитектура xSTREAM системы iU22 цифровая и полностью готова к новым технологиям и решениям по мере их появления. Данная архитектура позволяет одновременно обрабатывать несколько потоков данных в режиме реального времени, а также поддерживает широкополосный формирователь луча.

Скорость выполнения - 250 миллиардов операций в секунду, что делает возможной работу в масштабе реального времени во всех режимах, включая визуализацию объема.

Технология SonoCT для высококачественной визуализации тканей. Технология формирования составного изображения SonoCT - единственная клинически проверенная технология, которая получая до 9 линий обзора без необходимости дополнительных манипуляций датчиком, объединяет отдельные изображения в одно очень четкое изображение высокого качества. Изображения отличаются поразительным уровнем дифференциации тканей и практически не содержат артефактов.

Независимое исследование* показало, что технология SonoCT улучшает качество изображения в 96% обследований и, что еще более важно, в 17% случаев изменяет ведение пациента. Система SonoCT дает уверенность в качестве данных, используемых для диагностики. Технология XRES выводит четкость изображения на новый уровень. Технология Philips XRES,

изначально разработанная для магнитно-резонансной томографии, была адаптирована для ультразвуковой диагностики, что позволило уменьшить число артефактов и повысить резкость границ и краев.

PureWave: качественный рывок в конструировании датчиков. Повышение степени проникновения при сканировании сложных пациентов и использование одного датчика для различных типов пациентов - таковы преимущества кристаллов PureWave - прорывной технологии в области материалов для пьезоэлектрических датчиков за последние 40 лет. Монокристаллы PureWave на 85% повышают эффективность работы, снижают помехи и позволяют получить изображения, детально отображающие тонкие структуры: анатомию почечных сосудов, структуру сердца плода и анатомию желчных путей.

Новый датчик C5-1 - это один датчик для всех, в том числе и клинически сложных, случаев. Уникальная технология кристалла PureWave, новая программа по коррекции аберрации тканей, кодированное формирование луча для повышения качества изображения на большей глубине - все это объединено в ультразвуковой системе iU22. Впервые стало возможно получать превосходные результаты при обследовании страдающих ожирением пациентов.

Технология xMATRIX использует электронный датчик с точной фокусировкой и управляемым лучом. С помощью системы визуализации Live xPlane imaging, реализованной в xMATRIX, можно отобразить одновременно две проекции с полным разрешением в двумерном режиме и цветном доплеровском режиме. В режиме реального времени можно манипулировать второй плоскостью, получая ракурсы, ранее недоступные при ультразвуковом исследовании. Теперь за то же время можно получить вдвое больше клинических данных, что позволяет ставить диагноз точнее и быстрее.

Система iU22 позволяет получать объемные данные несколькими разными способами, которые можно выбирать исходя из клинических задач. Методом свободной руки (Freehand) можно получить объемные данные, используя любые датчики.

Данный метод особенно полезен при исследовании молочной железы, костно-мышечной системы, а также малых и поверхностных органов.

Автоматические объемные датчики (с механически управляемым излучателем), удобны в эксплуатации и предоставляют данные, подходящие для количественного анализа. Объемные датчики позволяют быстро просматривать многоплоскостные изображения, а также полные трехмерные и четырехмерные проекции.

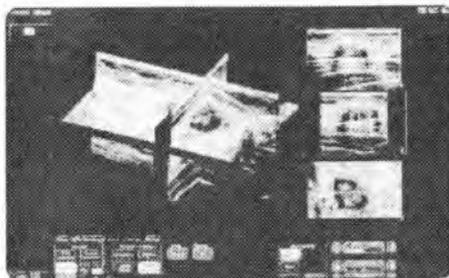
Получение данных



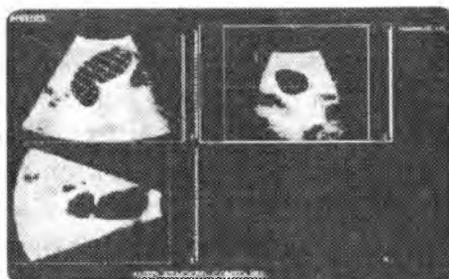
Клиническое применение требует широкого спектра приложений: - от анализа эндометрия, структурной оценки поверхности плода и обследования деятельности сердца плода до новых приложений для визуализации объема абдоминальных органов. Наиболее совершенным методом получения объемных данных являются электронные матричные датчики с технологией xMATRIX. Технология Philips xMATRIX отличается сложностью, поэтому всю работу по обработке объемных данных за пользователя выполняет система iU22, создавая уникальные объемные изображения с непревзойденной четкостью и перспективой. Датчик xMATRIX может одновременно отображать два двумерных изображения с полным разрешением, при этом пользователь может управлять вторичной проекцией Live xPlane.



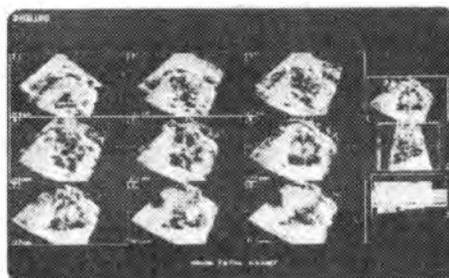
Функция «толстый» срез позволяет выбрать срез, контролировать его толщину и манипулировать им, как любым другим объемом. Это способ быстрой визуализации поверхности исследуемой области



Плоскость среза позволяет легко отобразить в одном изображении пересечения нескольких плоскостей для усовершенствования пространственной локализации и оценки. Превосходный инструмент для визуализации и оценки подозрительных образований.



Автоматически «наложенные» контуры — полуавтоматический инструмент, позволяющий быстро и легко проводить объемные измерения гипоэхогенных и высококонтрастных структур.



Технология пространственно-временной корреляции изображения (STIC) позволяет получить и синхронизировать несколько объемов данных о состоянии сердца плода. Для осуществления комплексного анализа физиологии и функциональности сердца плода полученные данные можно просматривать и анализировать в реальном времени.

Для ускорения постановки диагноза и принятия решений требуется не только увеличение объема клинических данных, но и возможность их расширенного анализа. Каков объем образования, увиденного в почке, или размер подозрительной области в молочной железе? С помощью двумерных и объемных данных, а также передовых средств анализа, предоставляемых системой iU22, можно расширить объем диагностических данных и точно определить стадию заболевания пациента.

Программное обеспечение для количественного анализа Philips QLAB позволяет анализировать данные на самой ультразвуковой системе iU22, а также данное программное обеспечение можно использовать на ПК. Это повысит эффективность работы, поскольку система будет использоваться только для обследований, в то время как комплексный анализ данных, полученных в результате обследований, будет выполняться на отдельном ПК.

Пожелания пользователей помогли выявить аспекты эргономики, нуждающиеся в усовершенствовании. Усовершенствования требует весь рабочий процесс: необходимо упростить и, как следствие, ускорить обследования, а также обеспечить защиту здоровья персонала.

Инструмент SmartExam позволяет с одинаковой легкостью как провести само обследование, так и адаптировать протоколы к потребностям врача. А функция голосового управления iCOMMAND позволяет минимизировать число нажатий клавиш при работе с протоколом.

Увеличение нагрузки на отделения функциональной и лучевой диагностики заставляет разработчиков и клиницистов искать пути повышения производительности и повышения эффективности при проведении ультразвуковых обследований. Функция iU22 Protocol продемонстрировала сокращение времени обследования на 30–50%.

Функция SmartExam заметно упрощает разработку нового вида обследования. При выполнении обследования ультразвуковая система iU22 запоминает каждое выполненное действие. Необходимые для анализа ракурсы, аннотация, маркеры на те-

ле, изменения режима и количественный анализ сохраняются автоматически. Функция SmartExam позволяет также включить наборы трехмерных данных в требования к обследованию. Каждый новый тип обследования доступен для использования сразу же после сохранения. Легкость и быстрота процесса позволяют разработать весь спектр обследований, соответствующих потребностям каждого конкретного отделения.

Преимущества модуля SmartExam. Во-первых, при использовании модуля SmartExam, больше не потребуется прерывать сканирование для создания комментария к изображению. Комментарии для каждого изображения можно добавить автоматически. Количество нажатий клавиш уменьшается, а комментарии выглядят так, как вам нужно. Во-вторых, использование данного модуля гарантирует комплексность обследования. Перед окончанием обследования, в случае если не получены все необходимые ракурсы, возникает предупреждение системы iU22, напоминающее о пропусках. Обследование можно дополнить и, отпуская пациента, быть уверенным, что все необходимые для анализа данные собраны.

Еще одним преимуществом модуля является обеспечение согласованности как в работе одного клинициста, так и в рамках всего отделения. SmartExam позволяет соответствовать стандартам отрасли, обеспечивая согласованность данных для всех пользователей и пациентов в отделении, что гарантирует высокое качество. Для нового персонала SmartExam упрощает знакомство с требованиями к обследованию, установленными в отделении.

Система iU22 предлагает высокоинформативную визуализацию контраста и передовые инструменты для количественного анализа, которые помогают достичь нового уровня в диагностике заболеваний печени и молочной железы, а также функциональной оценке органов всего тела. Существует большой выбор датчиков, обеспечивающих комплексную поддержку приложений. Двумерные и трехмерные ультразвуковые обследования с улучшенной контрастностью на системе iU22 помогают осуществлять мониторинг эффективности лекарств, оценивая

кровообращение опухолевых тканей и изменение объёма опухоли.

Новые импульсные технологии, применяемые в датчике C5-1 PureWave, повышают проникающую способность и разрешение микропузырьков контрастного вещества, что помогает обнаружить и охарактеризовать очаговые патологические изменения печени.

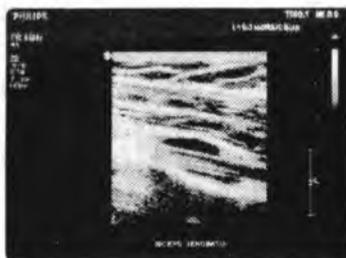
Узкий корпус датчика облегчает затрудненный межреберный доступ к цирротической печени. Это повышает достоверность диагнозов, особенно в случае сложных пациентов. Линейный датчик L12-5 и система iU22 отображают в реальном времени кровотоки в микрососудах для выявления на ранней стадии патологических изменений молочной железы, когда размер образований менее 1 см.

MicroVascular Imaging (MVI) отслеживает кровотоки в тканях с низкой перфузией, например, в молочной железе, что при анализе данных может усовершенствовать процесс проведения обследования с использованием контрастных веществ и уменьшить время обследования.

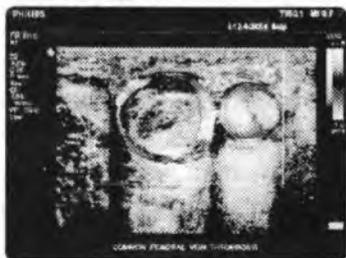
Изображение для исследования



Изображение с контрастным веществом



Изображение до контраста



Изображение с контрастным веществом



Технические характеристики системы

Области применения:

- Абдоминальные исследования
- Акушерство
- Эхография плода
- Церебрально-васкулярные исследования
- Периферийные сосуды
- Абдоминальные васкулярные исследования
- Транскраниальная доплерография: темпоральное и орбитальное окна
- Гинекология и фертильность
- Малые и поверхностно расположенные органы
- Скелетно-мышечная система
- Педиатрические исследования
- Предстательная железа
- Эхокардиография взрослых
- Стресс-эхокардиография
- Чреспищеводная эхокардиография взрослых
- Эпикардальная визуализация
- Хирургическая визуализация
- Интервенционная визуализация
- Контрастная визуализация

Режимы визуализации:

- Двухмерная серошкальная визуализация с усовершенствованными технологиями импульсного кодирования, формирования импульсов и совмещения частот
 - Многомерная гармоническая визуализация ткани (ТНІ), включающая технологию инверсии импульсов и кодированные гармоники
 - Коррекция aberrаций ткани
 - Кодированное формирование луча с линейной частотной модуляцией
 - Визуализация SonoCT следующего поколения - формирование составного изображения в реальном времени с управлением лучом
 - Гармоническая визуализация SonoCT

- Усовершенствованная технология адаптивной обработки изображения XRES

- Функция интеллектуального сканирования iSCAN для оптимизации параметров TGC, усиления и шкалы сжатия одним нажатием кнопки

- iSCAN с адаптивной компенсацией усиления (AGC) для построчной оптимизации TGC в режиме реального времени

- Одновременное использование режима 2D и M-режима
- Широкополосное картирование потоков (Broadband Flow)

- M-режим
- Тканевая доплерография в M-режиме
- Объемная визуализация в реальном времени — Live Volume/трехмерная эхокардиография в реальном времени — Live 3D Echo (мгновенная объемная визуализация)

- Визуализация Live xPlane (одновременное отображение двух плоскостей визуализации в режиме реального времени)

- Усовершенствованные объемные режимы, в том числе функции iSlice и «толстого среза» (Thick Slice)

- Энергетический доплер (Color Power Angio —CPA) и направленный энергетический доплер (Directional CPA)

- Дуплексный и одновременный режимы 2D-визуализации/импульсно-волновой доплерографии (PW)

- Дуплексный режим непрерывно-волновой доплерографии (CW)

- Дуплексный режим цветового (доплеровского) картирования и непрерывно-волновой доплерографии

- Импульсно-волновой доплер с высокой частотой повторения импульсов (HPRF)

- Дуплексный 2D, ЦДК, импульсно-волновой доплеровский режим

- Дуплексный 2D, CPA, импульсно-волновой доплеровский режим

- Независимый триплексный режим для одновременного использования режимов 2D, ЦДК, импульсно-волнового доплера

• Независимый триплексный режим для одновременного использования режимов 2D, CPA, импульсно-волнового доплера

• Двойная визуализация с использованием:

– Независимых буферов кинопетель

– Смешанного режима, когда одно изображение в режиме реального времени, а другое фиксированное, например, 2D/2D, 2D/ЦДК, ЦДК/ЦДК, ЦДК/CPA

• Режим сравнения цветов (Color Compare)

– Двойное отображение в реальном времени контрольного изображения в оттенках серого и изображения в режиме ЦДК

• Масштабирование с высоким разрешением (масштаб записи)

• Реконструированный масштаб с панорамированием (масштаб чтения)

• Панорамная визуализация

• Панорамная визуализация с режимами SonoCT, XRES и гармоника

• Ручная трехмерная визуализация (Freehand 3D) и многоплоскостные проекции (MPR) с режимами SonoCT, XRES и гармоника

• Автоматическая трех- и четырехмерная визуализация (3D/4D) с режимами SonoCT, XRES и гармоника

• Расцветивание изображения в режимах 2D, 3D, 4D, MPR, панорамной визуализации, M-режиме и доплерографии

• Динамическое расцветивание в режиме Live Volume/Live 3D Echo

• Контрастная визуализация

• Пространственно-временная корреляция изображения (STIC)

Форматы формирования изображения:

• 2D-изображение с линейным датчиком: WideSCAN с SonoCT

• 2D-изображение с конвексным и микроконвексным датчиками: WideSCAN с SonoCT

• 2D-изображение с секторным датчиком

- Двойное 2D-изображение
- Панорамное изображение
- 2D с объемным 3D-изображением
- 2D с объемным 4D-изображением
- Объемное 3D-изображение
- Объемное 3D-изображение в режиме реального времени
- Объемное 4D-изображение
- 2D, MPR и объемное изображение

Архитектура:

- Эффективная архитектура формирования изображения xSTREAM способна одновременно обрабатывать несколько потоков данных для структурной, функциональной и объемной визуализации

- Создана для визуализации в режимах 2D, двойной 2D-визуализации, Live xPlane, 3D, Live Volume/Live 3D Echo, 4D, MPR и панорамной визуализации

- Формирование объемных изображений в режиме реального времени с помощью нескольких средств визуализации

- Обработка 64 мегавокселей в секунду и обсчет 300 трассировок мегалучей в секунду

- Мгновенная визуализация многоплоскостных проекций (MPR), сопоставимых по разрешению с 2D-изображениями

- Технология следующего поколения для цифрового широкополосного формирования луча на базе специализированных ИС

- Объединяет усовершенствованные технологии формирования импульсов, импульсного кодирования и многомерных гармоник

- До 57 000 динамически расширяемых цифровых каналов

- Поддержка датчиков, работающих на частотах до 17 МГц

- Предназначена для поддержки матриц фактически любой конфигурации: линейной, конвексной, микроконвексной, секторной и xMATRIX

- Новая высокоразрядная цифровая схема с низким уровнем шума

– Благодаря исключительному адаптивному соотношению сигнал-шум динамический диапазон системы достигает 180 дБ, обеспечивая улучшенные характеристики в режиме 2D и повышенную чувствительность в доплеровских режимах

- Мощная распределенная многопроцессорная среда выполняет до 250 миллиардов операций в секунду, обеспечивая почти мгновенное переключение режимов и поддержку расширенных функциональных возможностей системы и количественного анализа

- Технология формирования составного изображения в реальном времени SonoCT следующего поколения

- Высокоточное формирование составного изображения для получения дополнительных данных о ткани и сокращения артефактов, зависящих от угла обзора

- До 9 линий обзора, управляемых лучом

- Доступна при использовании датчиков с линейными, конвексными и микроконвексными матрицами

- Функция WideSCAN, расширяющая поле обзора во время визуализации SonoCT

- Функция SonoCT доступна в режимах контрастной визуализации

- Усовершенствованная технология адаптивной обработки изображения XRES для снижения помех и артефактов, улучшающая видимость ткани и четкость границ

- 350 миллионов расчетов на кадр данных изображения при частоте 50 кадров в секунду

- Действует в режиме 2D и смешанных режимах 2D/CFI (ЦДК)/доплера при частоте 50 кадров в секунду

- Функция XRES доступна в режимах контрастной визуализации

- Визуализация с автоматической подстройкой широкополосного картирования потоков

- Автоматическая регулировка ширины полосы частот при доплеровских исследованиях для оптимального разрешения и чувствительности потока

- Усовершенствованные алгоритмы динамического по-

давления движения, сокращающие артефакты мерцания

- Протоколы технологического потока с несколькими приложениями

- Приложения общей визуализации и стресс-эхокардиографии

- Пошаговые экранные подсказки

- Полная настройка пользователем

- Полная независимость триплексного режима работы чрезвычайно облегчает его применение во время доплеровских процедур

- Быстрая загрузка системы

- Приблизительно 120 секунд из выключенного состояния

- Приблизительно 30 секунд из состояния ожидания

Датчики:

Датчики Explora

- Эргономичный дизайн с технологией легких кабелей SuperFlex

- Усовершенствованная линзовая технология с низкими потерями для лучшей пенетрации с меньшим количеством артефактов

- Выдающаяся широкополосная частотная характеристика

- Поддержка очень высоких частот - вплоть до 17 МГц

- Передовая микроэлектроника в линейной, конвексной, микроконвексной, секторной и xMATRIX конфигурациях матрицы

- Автоматизированные объемные датчики высокого разрешения

Защита Ваших инвестиций в оборудование благодаря высококвалифицированной службе поддержки потребителей. Работа со службой поддержки Philips обеспечивает гибкость и предоставляет широкие возможности выбора при лечении пациентов, основанном на последних достижениях техники. Также это сказывается на финансовых результатах, увеличивая продолжительность безотказной работы, снижая стоимость владения оборудованием и повышая эффективность процесса в целом. Philips предоставляет полный спектр услуг, высококвал-

лифицированные специалисты компании обеспечат непревзойденный уровень обслуживания клиентов. Ежегодно клиенты по достоинству оценивают эффективность обслуживания.

Иновационные финансовые решения. Подразделение Philips Medical Capital предлагает гибкие финансовые решения, помогающие использовать инновационные продукты Philips в медицинских учреждениях всего мира. Финансовые эксперты Philips оценят ваши финансовые потребности и предложат гибкие решения, позволяющие оптимизировать использование активов, снизить затраты и повысить финансовую гибкость.

Контрольные вопросы к Главе 1

Вопрос № 1. Основой ультразвукового метода исследования является:

ОТВЕТЫ:

1. взаимодействие ультразвука с тканями тела человека;
2. прием отраженных сигналов;
3. излучение ультразвука.

Вопрос № 2. Ультразвуковые колебания – колебания с частотой не ниже:

ОТВЕТЫ:

1. 18 кГц;
2. 2000 Гц;
3. 1 МГц;
4. 15 Гц.

Вопрос № 3. Усредненная скорость распространения ультразвука в мягких биотканях:

ОТВЕТЫ:

1. 1450 м/с;
2. 1540 м/с;
3. 1620 м/с.

Вопрос № 4. Скорость распространения ультразвуковых колебаний определяется:

ОТВЕТЫ:

1. длиной волны;
2. амплитудой колебаний;
3. свойствами сред.

Вопрос № 5. В ультразвуковых индикаторах потока крови используется:

ОТВЕТЫ:

1. эффект Доплера;
2. эффект отражения ультразвуковой волны биологическими тканями;
3. эффект поглощения ультразвуковой волны биологическими тканями.

Вопрос № 6. На каких принципах основана ультразвуковая эхолокация биологических тканей?

ОТВЕТЫ:

1. на принципах измерения скорости ультразвука в различных биологических средах;
2. на принципах отражения и поглощения ультразвуковых волн различными биологическими средами;
3. на принципах электродинамики.

Вопрос № 7. Как улучшить качество изображения при применении ультразвукового эхолокатора в клинических условиях?

ОТВЕТЫ:

1. между ультразвуковыми датчиками и биологической тканью разместить специальный гель по акустическим свойствам близким к акустическим свойствам биологических тканей;
2. между ультразвуковыми датчиками и биологической тканью разместить специальный гель по акустическим свойствам близким к акустическим свойствам ультразвуковых датчиков;
3. обеспечить плотный контакт ультразвукового датчика и биологических тканей.

Вопрос № 8. В чем заключается доплеровское картирование?

1. в измерении плотности биологических тканей;
2. в измерении коэффициента отражения биологических тканей;
3. в регистрации скорости кровотока.

Вопрос № 9. Кардиопакет:

ОТВЕТЫ:

1. вспомогательные устройства для анализа ЭКГ;
2. специализированное программное обеспечение для кардиологических исследований и расчетов;
3. набор электродов ЭКГ.

Вопрос № 10. Тканевая гармоника (Tissue Harmonic Echo):

ОТВЕТЫ:

1. повышение качества изображения за счет режекции боковых сигналов и ревербераций ультразвукового сигнала в тканях;
2. поглощаемая тканями энергия ультразвука;
3. отражаемая тканями энергия ультразвука.

Вопрос № 11. Максимальная мощность потребления:

ОТВЕТЫ:

1. до 150 ВА;
2. до 1500 ВА;
3. до 15 ВА.

Вопрос № 12. Частота генерации ультразвука:

ОТВЕТЫ:

1. 35 МГц;
2. 3,5 кГц;
3. 3,5 МГц.

Вопрос № 13. Доплеровские исследования:

ОТВЕТЫ:

1. Возможны;
2. Невозможны;
3. Возможны с использованием дополнительных устройств.

Вопрос № 14. Рабочий диапазон частот:

ОТВЕТЫ:

1. 26 МГц – 85 МГц;
2. 2,6 МГц – 85 МГц;
3. 2,6 МГц – 8,5 МГц набор электродов ЭКГ.

Вопрос № 15. СОНОЛАЙН G50:

ОТВЕТЫ:

1. цифровая ультразвуковая система для многофункционального исследования в диагностических центрах с незначительным количеством пациентов;
2. цифровая ультразвуковая система с цветным доплером;
3. цифровая ультразвуковая система для рутинного ультразвукового исследования в клиниках и диагностических центрах с большим потоком пациентов.

Вопрос № 16. Ультразвуковые датчики:

ОТВЕТЫ:

1. широкополосные;

2. 2-х полосные;
3. однополосные.

Вопрос № 17. Возможность доплеровских исследований:

ОТВЕТЫ:

1. 1;
2. 3;
3. 4.

Вопрос № 18. Технология SonoСТ предназначена для:

ОТВЕТЫ:

1. телеметрии;
2. ускоренной архивации медицинских изображений;
3. улучшенной визуализации.

Вопрос № 19. PureWave: качественный рывок в конструировании датчиков:

ОТВЕТЫ:

1. снижает себестоимость датчика за счет применения более технологичных материалов;
2. улучшает эргономику датчика;
3. позволяют получить изображения, детально отображающие тонкие структуры благодаря использованию монокристаллов.

Вопрос № 20. Что может служить защитой инвестиций и дополнительным конкурентным преимуществом в производстве и продаже высокотехнологичного оборудования:

ОТВЕТЫ:

1. цены на оборудование ниже рыночных;
2. отличное постгарантийное и сервисное обслуживание;
3. качественные рекламные материалы.

Глава 2. Приборы, аппараты и оборудование для рентгенологии

Древняя латинская поговорка гласит: " *Diagnosis setra - ullae therapiae fundamentum* " ("Достоверный диагноз - основа любого лечения"). На протяжении многих веков усилия врачей были направлены на решение труднейшей задачи – улучшение распознавания заболеваний человека. Потребность в методе, который позволил бы заглянуть внутрь человеческого тела, не повреждая его, была огромной, хотя и не всегда осознанной. Ведь все сведения, касающиеся нормальной и патологической анатомии человека, были основаны только на изучении трупов.

После того, как в Европе стали широко изучаться вскрытия трупов, врачи смогли изучить строение органов человека, а также изменения, которые они претерпевают при тех или иных заболеваниях.

В 1946 г. известный советский клиницист и организатор здравоохранения Н.Н.Приоров на заседании, посвященном 50-летию рентгенологии, говорил: " Что стало бы сегодня с физиатрией и урологией, гинекологией и отоларингологией, неврологией и онкологией, хирургией и ортопедией, офтальмологией и травматологией, если бы лишить их того, что дала рентгенология в области диагностики и лечения? ". Но процесс науки и техники неудержим. Не успели врачи полностью освоить возможности рентгеновских лучей в диагностике, как появились другие методы, позволяющие получить изображение внутренних органов человека, дополняющие данные рентгенологического исследования. К ним относятся радионуклеидное и ультразвуковое исследования, тепловидение, ядерно-магнитный резонанс, фотонная эмиссия и некоторые другие методы, еще не получившие широкого распространения. Эти способы основаны на использовании близких по своей природе волновых колебаний, для проникновения которых ткани человеческого тела не являются непреодолимым препят-

ствием. Они объединяются и тем, что в результате взаимодействия волновых колебаний с органами и тканями организма на различных приемниках - экране, пленке, бумаге и др. - возникают их изображения, расшифровка которых позволяет судить о состоянии различных анатомических образований.

Таким образом, все указанные методы принципиально близки рентгенодиагностике как по своей природе, так и по характеру конечного результата их применения. Внедрение в практику этих методов (наряду с рентгенологией) привело к возникновению новой обширной медицинской дисциплины, получившей за рубежом название диагностической радиологии (от латинского *radius* - луч), а в России - лучевой диагностики.

Раздел 1. История развития рентгенодиагностики

Открытие рентгеновского излучения приписывается Вильгельму Конраду Рёнтгену. Он был первым, кто опубликовал статью о рентгеновских лучах, которые он назвал икс-лучами (x-ray). Статья Рентгена под названием «О новом типе лучей» была опубликована 28-го декабря 1895 года в журнале Вюрцбургского физико-медицинского общества. Считается, однако, доказанным, что рентгеновские лучи были уже получены до этого. Катодолучевая трубка, которую Рентген использовал в своих экспериментах, была разработана Й. Хитторфом и В. Круксом. При работе этой трубки возникают рентгеновские лучи. Это было показано в экспериментах Крукса и с 1892 года в экспериментах Генриха Герца и его ученика Филиппа Ленарда через почернение фотопластинок. Однако никто из них не осознал значения сделанного ими открытия и не опубликовал своих результатов.

По этой причине Рентген не знал о сделанных до него открытиях и открыл лучи независимо - при наблюдении флюоресценции, возникающей при работе катодолучевой трубки. На некоторых языках (включая русский и немецкий) эти лучи были названы его именем, несмотря на его сильные возражения. Рентген занимался X-лучами немногим более года (с 8 ноября 1895 года по март 1897 года) и опубликовал о них три статьи, в

которых было исчерпывающее описание новых лучей, впоследствии сотни работ его последователей, опубликованных затем на протяжении 12 лет, не могли ни прибавить, ни изменить ничего существенного. Рентген, потерявший интерес к X-лучам, говорил своим коллегам: «Я уже всё написал, не тратьте зря время». Свой вклад в известность Рентгена внесла также знаменитая фотография руки его жены, которую он опубликовал в своей статье. За открытие рентгеновских лучей Рентгену в 1901 году была присуждена первая Нобелевская премия по физике, причём нобелевский комитет подчёркивал практическую важность его открытия. В 1896 году, в России, впервые было употреблено название «рентгеновские лучи». В других странах используется предпочитаемое Рентгеном название – X-лучи. В России лучи стали называть «рентгеновскими» по инициативе ученика В. К. Рентгена - Абрама Фёдоровича Иоффе.



«8 ноября 1895 года началась рентгенологическая эра в медицине» - этими словами начинается предисловие вышедших "Очерков истории российской рентгенологии" Л. Д. Линденбрата. Открытие же лучей было сделано намного раньше. Уже 40 лет шли эксперименты с катодной трубкой, свечение люминофоров было замечено многими экспериментаторами.

С 1890 года начал производить опыты с трубками Гитторфа-Крукса немецкий ученый Филипп Эдуард Антон Ленард, претендовавший на открытие. Его негодование по поводу приоритета В.К. Рентгена было так велико, что имя ненавистного профессора не вошло в сборник Ленарда "Великие люди науки".

По тому же поводу проф. Гудспид сказал в 1896г.: "Мы не можем притязать на приоритет, т.к. мы открытия не совершили. Мы только просим вас помнить, что за шесть лет до сего дня

первый в мире снимок катодными лучами был сделан в физической лаборатории Пенсильванского университета".

В журнале "Природа и люди" № 28 за 1896 год было опубликовано сообщение об открытии директором Бакинского реального училища Евгением Каменским лучей, обладающих фотохимическим действием и об опытах секретаря Бакинского фотографического кружка Мишона, за одиннадцать лет до сообщения Рентгена получившего снимки, аналогичные рентгеновым. Работал с лучами и Этингер из Риги, и многие другие.

Русский профессор Иван Павлович Пулюй за десять лет до Рентгена начал интересоваться разрядами в вакуумных трубках, и он заметил, что лучи, появляющиеся при работе трубки, проникают через непрозрачные предметы, отображаются на светящихся экранах, засвечивают фотопластинки. К 1890 году Пулюй получил фотографии скелета лягушки и детской руки, называемые теперь рентгенограммами. Снимки были даже опубликованы в журналах Европы.

Пулюй понимал, что имеет дело с серьезным открытием, фиксировал результаты, но, занимаясь крупным делом по строительству электростанций в Австро-Венгрии, не был расторопен с патентом. В Рентгену работы Пулюя были известны из уст самого исследователя оба трудились какое-то время вместе в лаборатории проф. А. Кундта в Страсбурге. Кроме того, Рентген переписывался с Пулюем, и поэтому был хорошо информирован о его исследованиях, он, вероятно, видел и снимки, сделанные Пулюем. Во время одного из разговоров, Пулюй доложил Рентгену о своих наблюдениях, желая подкрепить свои выводы мнением ученого. Последний внимательно выслушал его, но никакого определенного мнения не высказал...

В автобиографических записках И. Пулюя есть место, где ученый жалуется своему земляку - биохимику Ивану Горбачевскому, что наука наказывает его за медлительность. На две недели позже издания брошюры Рентгена, Иван Павлович Пулюй сделал доклад о лучах в Пражском политехникуме. Рассказывают, что он тяжело переживал славу Рентгена не столько потому, что лишился первенства: Иван Павлович не мог и в мыс-

лях допустить, что ученый (!) может поступить неблагодарно - умышленно не упомянуть его имени в своих сообщениях.

Что касается научно-технического развития, то еще в 60-70-е годы прошлого столетия, разработанные в МВТУ основы научной организации труда распространяются по всему миру: программы МВТУ служат основой учебной деятельности институтов и университетов в Массачусетсе, Пенсильвании, Вашингтоне, Чикаго, Толедо, Балтиморе. Восемь российских заводов перед первой мировой войной применяют НОТ - раньше, чем в Европе и Америке. Высшие школы не только продают, но и дарят по высочайшему разрешению, свои научные разработки странам Европы и Америки. в XIX - начале XX вв. русские артели проложили более 90 тыс. км железных дорог; 8 тысяч человек за 10 лет построили великую Сибирскую дорогу! Железодельная промышленность России с 1730-х гг. обогнала Англию. С 1782 года (пишет экономист Струмилин) не мы ввозили, а Запад потреблял до 4 млн. пудов самого дешевого и высококачественного российского железа. В XVIII-XIX вв., по сообщениям Струмилина и немецкого экономиста Гакстгаузена, реальная зарплата рабочих ни в одной стране не достигала такой высоты, как в России. А сколько сделано открытий в России!.. Но это отдельный разговор. (использованы фрагменты доклада М.Ю.Волкова на конференции в г. Костроме, посвященной 100-летию открытия рентгеновских лучей).

Раздел 2. Рентгеновские диагностические аппараты (РДА). Классификация РДА

В состав оборудования рентгенодиагностических отделений входят разнообразные устройства от рентгенодиагностических аппаратов до средств обработки рентгеновского изображения, защитного и общетехнического оборудования. В настоящее время промышленность выпускает более 200 наименований аппаратов, приборов и принадлежностей рентгенодиагностической техники, образующих единую систему технического оснащения. Эффективность функционирования этой системы определяется совершенством всех ее компонентов.

В книге «Основы рентгенодиагностической техники» под редакцией Н. Н. Блинова приведена следующая классификация технических средств рентгенодиагностики, построенная на основании номенклатуры выпускаемых и разрабатываемых в нашей стране и за рубежом средств технического оснащения рентгенодиагностических отделений. Эта классификация, не претендуя на строгость, позволяет наглядно представить всю сложность современного технического оснащения в рентгенологии [13-15].

Признаком, положенным в основу классификации, является назначение технических средств.

В состав рентгенодиагностического аппарата входят: устройства для генерирования и формирования рентгеновского излучения, рентгенодиагностические штативные устройства, средства визуализации рентгеновского изображения.

Устройства для генерирования рентгеновского излучения включают рентгеновский излучатель (защитный кожух с рентгеновской трубкой) и рентгеновское питающее устройство, представляющее собой совокупность электрических устройств, служащих для питания рентгеновской трубки электрической энергией.

Устройства для генерирования рентгеновского излучения стационарных аппаратов состоят из рентгеновского излучателя, высоковольтного генератора, пульта управления и иногда низ-

ковольтного шкафа, в котором размещены блок питания, элементы автоматики и управления аппаратом. В других типах аппаратов высоковольтный генератор и рентгеновская трубка конструктивно объединены в так называемом моноблоке и заключены в общий защитный кожух. Диапазон анодных напряжений, применяемых в рентгенологии, составляет 15...150 кВ (маммография - 15...50 кВ, остальные виды исследования - 35...15 кВ).

Устройства для формирования рентгеновского излучения подразделяются на три подгруппы: устройства для улучшения качества излучения (отсеивающие растры и решетки, различные фильтры, в том числе для выравнивания плотности почернения снимка), а также многочисленные устройства для поддержания и перемещения растров, фильтров и т. д., объединенные общим названием - устройства для рентгенографии; устройства, формирующие геометрию излучения (диафрагмы, тубусы), рентгеновское излучение во времени (реле экспозиции и фотоэкспонетры, средства стабилизации яркости).

Рентгенодиагностические штативные устройства служат для поддержания, приведения в рабочее положение и перемещения излучателя, больного и приемника излучения совместно или отдельно. В зависимости от характера исследования и области применения подразделяются на штативы общего назначения (поворотный стол-штатив, штатив для снимков, стол для снимков) и специальные штативы, предназначенные для исследований отдельных органов и систем организма и осуществления сложных видов исследований, а также для проведения исследований на дому, в палате, операционной, в полевых условиях и для профилактического контроля.

Типы штативных устройств, используемые в реконструкционной вычислительной томографии, включают стол для размещения больного и так называемое сканирующее устройство - «гентри», несущее на себе излучатель и систему малогабаритных детекторов рентгеновского излучения.

Конструктивно рентгенодиагностический штатив выполняется в виде самостоятельного изделия, образующего вместе

с рентгеновским питающим устройством и излучателем рабочее место (томограф, урологический стол и т. д.), либо в виде приставки к штативу общего или специального назначения (томографическая приставка).

Средства визуализации рентгеновского изображения (РИ) по физическому принципу работы подразделяются на четыре подгруппы: устройства для приема и преобразования изображения (средства рентгенооптического преобразования - экраны, усилители рентгеновского изображения, цифровые детекторы и детекторы вычислительных томографов); материалы - носители РИ (рентгеновская пленка, флюорографическая пленка); устройства для регистрации рентгеновского изображения (кассеты для крупноформатной пленки, для серийной рентгенографии, кино - и фотокамеры, флюорографические камеры); устройства для передачи, записи и воспроизведения изображения (телевизионные системы, видеомониторы, а также экранные устройства - дисплеи вычислительных томографов и комплексов для цифровой рентгенографии).

Вспомогательные приборы, устройства, инструменты и материалы, необходимые для подготовки и проведения рентгенологических исследований: устройства для формирования условий исследования (опоры, фиксаторы, держатели, служащие для фиксации и поддержания пациента или его органов в определенном положении, и компрессионные устройства); средства и устройства для контрастирования (контрастные вещества и приборы для их изготовления и введения - катетеры, зонды, инъекторы, стенты, графты и др.); средства биоуправления, служащие для получения дополнительной информации при рентгеновском исследовании (биофазосинхронизаторы, фазорентгенокардиографы, электрокимографы); инструментарий для интервенционной (внутрисосудистой) рентгенологии.

Средства обработки рентгеновского изображения подразделяются на три подгруппы:

Устройства для обработки носителей информации (все фотолабораторное оборудование - устройства для транспортировки, проявления и сушки рентгеновской, флюорографиче-

ской, кино- и фотопленки, проявочные машины и автоматы, а также вспомогательное оборудование - зажимы, рамки, часы, термометры и т. д.);

Принадлежности для преобразования изображения (АРМ рентгенолога и рентгенолаборанта), вычислительные устройства для улучшения изображения;

Оборудование для просмотра рентгеновского изображения (негатоскопы, флюороскопы, проекционная аппаратура), а также черно-белые полутоновые и цветные дисплеи в цифровой флюорографии и вычислительной томографии.

Информационно-архивное оборудование включает оборудование для хранения и поиска информации, средства для микрофильмирования и копирования, средства цифровых архивов.

Средства радиационной защиты делятся на средства коллективной защиты (защитные ограждения, защитные двери, окна, барьеры, стационарные ширмы, кабины) и индивидуальной защиты (фартуки, юбки, перчатки, очки и др.).

Степень радиационной опасности контролируют дозиметрическими приборами для измерения мощности дозы на рабочих местах персонала и в смежных помещениях, индивидуальных доз, получаемых персоналом, и доз облучения пациентов [2-6, 20, 21].

Общетехническое и транспортное оборудование обеспечивает необходимые условия работы отделения. К нему относятся средства самозащиты, связи, сигнализации и оргтехники, а также средства транспортировки в отделении и больнице для больных (каталки со съемными деками, специальные каталки, кресла-столы) и для материалов (тележки для транспортировки пленки, кассет и др.).

Средства контроля включают многочисленные тест-объекты, фантомы, приборы для измерения выходных характеристик рентгеновских аппаратов и параметров рентгеновских изображений, в том числе встроенные в аппарат средства. Большинство из средств контроля используется инженерно-техническим персоналом, использующим рентгеновскую аппа-

ратуру, производящим настройку и ремонт. Однако есть целая группа устройств, которые использует рентгенолаборант при обязательной периодической проверке аппаратуры в рентгеновском кабинете. Учитывая важность проблем проверки контроля выходных параметров рентгеновской аппаратуры в процессе эксплуатации (quality assurance).

Система рентгенодиагностической техники, приведенная выше, дает наглядное представление о сложности и многообразии технических средств, используемых при рентгенологических исследованиях [22, 28].

Принято классифицировать РДА по назначению и конструктивным особенностям:

- стационарные РДА на два или три рабочих места, универсальные телеуправляемые;
- флюорографы стационарные и разборные/переносные;
- аппараты для костной денситометрии;
- компьютерные томографы;
- стоматологические аппараты;
- ангиографические аппараты;
- маммографы;
- палатные и мобильные снимочные аппараты;
- передвижные хирургические аппараты типа С-дуга;

Раздел 3. Стационарные РДА

На рис. 3 показаны компоненты традиционного РДА на три рабочих места. Основным потребителем таких РДА являются ЛПУ широкого назначения - поликлиники и больницы.

Устройство рентгеновское питающее предназначено для электропитания рентгеновского излучателя и согласования временных параметров экспозиции со штативными устройствами - столами и стойкой снимков. УРП состоит из силового блока (поз. 1 рис. 3) и пульта управления на специальной стойке (поз. 2 рис. 3). Контрольные устройства силового блока и пульта управления выполнены на основе микропроцессорной электроники и обеспечивают высокую точность всех параметров экспозиции.

зиции.

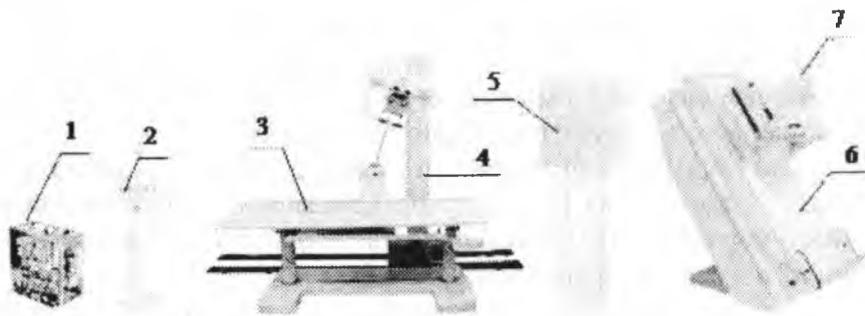


Рис. 3. Компоненты традиционного РДА

Стол для рентгенографии и томографии (поз. 3 рис. 3) предназначен для размещения пациента в положении «лежа» при проведении прямых, косых снимков и линейной продольной томографии. Конструкция колонны излучателя (поз. 4 рис. 3) позволяет перенаправлять излучатель для снимков на вертикальную стойку, а также для выполнения снимков на кассету, размещенную под пациентом на носилках или коляске.

Вертикальная стойка снимков (поз. 5 рис. 3) предназначена для выполнения рентгенографии при положении пациента «стоя» и «сидя» в прямой и косой проекциях.

Поворотный стол-штатив (ПСС) (поз. 6 рис. 3) обеспечивает проведение рентгеноскопии и рентгенографии (обзорной и прицельной) при вертикальном, горизонтальном и наклонном положениях исследуемого, а также в положении Тренделенбурга и латеропозиции. Усилитель рентгеновского изображения (УРИ) (поз. 7 рис. 3) предназначен для работы комплекса в режиме рентгеноскопии.

Отличие РДА на два рабочих места состоит в отсутствии ПСС. Такой РДА не способен проводить рентгеноскопические исследования, поэтому его основное назначение – травматология и рентгенография грудной клетки.

Универсальные телеуправляемые РДА обладают всеми

возможностями аппарата на три рабочих места, но компактнее, поскольку содержат только одно штативное устройство – универсальный телеуправляемый стол-штатив (УТСШ). Излучатель, в отличие от ПСШ, здесь находится над декой стола. Такая конструкция необходима для совмещения функций рентгеноскопии, различных положений для снимков и проведения линейной томографии. Основные сравнительные характеристики телеуправляемого РДА «Сириус-У» СКБ Медрентех приведены ниже.

Устройство рентгеновское питающее

Среднечастотное с микропроцессорным управлением;

Максимальная мощность 64кВА;

Диапазон уставок анодного напряжения:

- *40-150 кВ с шагом 1 кВ (рентгенография)*
- *40-120 кВ с шагом 1 кВ (рентгеноскопия)*

Диапазон уставок анодного тока 10-640 мА (графия);

Системы уставок:

- *500 перестраиваемых программ органоавтоматики*
- *трехточка кВ+мА+c*
- *двухточка кВ+мАс*

Диапазон длительности снимка 0,001-10 с;

Массо - габаритные параметры:

- *силовой блок: 450мм(Ш)x650мм(Д)x720мм(В), 75*

кг

- *пульт на стойке:*

300мм(Ш)x400мм(Д)x1100мм(В), 9 кг

Излучатель рентгеновский

Размеры фокусных пятен 0,6мм (МФ) и 1,2мм (БФ);

Теплоемкость анода 300 кНУ;

Частота вращения анода до 9000 об/мин;

Максимальная мощность МФ 27 кВА;

Максимальная мощность БФ 75 кВА;

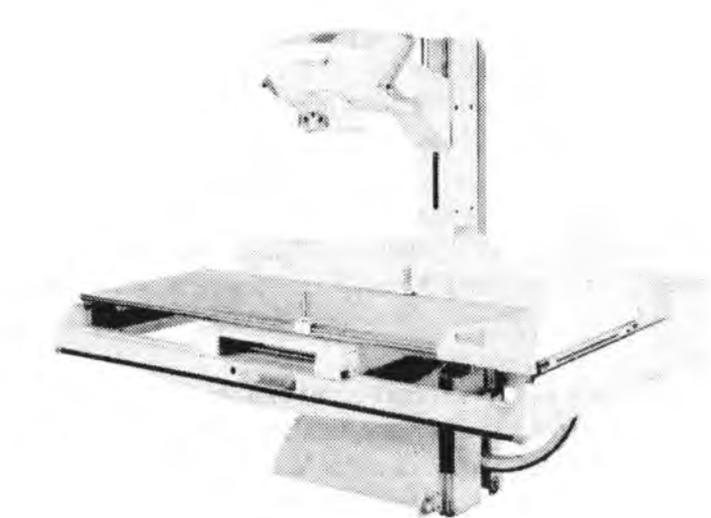


Рис. 4. Телеуправляемый стол-штатив

Универсальный телеуправляемый стол-штатив

Дека стола:

- *размеры 2400мм(Д)х810мм(Ш)*
- *высота от пола 880 мм*
- *поворот +900/-150*
- *расстояние дека-пленка 80 мм*
- *продольное перемещение 1000 мм*
- *поперечное перемещение 300 мм*

Усилитель рентгеновского изображения:

- *трехпольный РЭОП 9" или 12"*
- *пространственное разрешение 2,0/2,5/2,8 п.л./мм*
- *скорость записи рентгеноскопии 25 кадров/сек.*

Томографические функции:

- *три угла качания - 8° , 20° и $40(45)^{\circ}$*
- *выбор уровня среза от 0 до 300 мм*
- *пространственное разрешение при 40° - 4 п.л./мм*

Экрано-снимочное устройство:

- *работа с кассетами от 18х24 см до 35х43 см*
- *снимки с делением кассеты на 2,3 и 4*

- режим быстрой съемки

Колонна излучателя:

- фокусное расстояние от 105 до 150 см
- продольное перемещение 125 см
- угол наклона излучателя для косых снимков $\pm 40^{\circ}$

Цифровое оборудование компании «Рентгенпром»

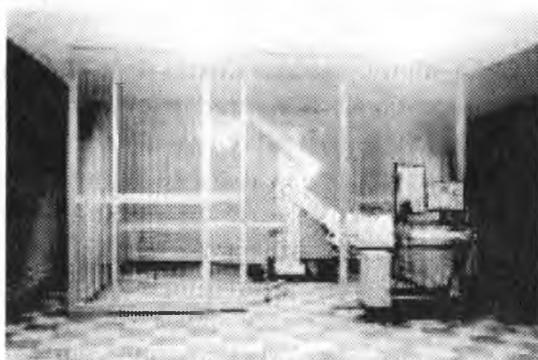
В последнее годы широкое распространение получили цифровые технологии в рентгенодиагностике. Известно, что при внедрении цифровых технологий резко снижается лучевая нагрузка и, особенно, это заметно при сканирующем методе получения изображения на аппаратах «ПроСкан-2000» и «ПроСкан-7000» (производства компании «Рентгенпром») [9]. Минимальную лучевую нагрузку дают и аппараты семейства «ПроГраф», что делает возможным проводить лучевые исследования детям.

К достоинствам аппарата АРГЦ ПроГраф®-7000, согласно информации с сайта производителя, можно отнести:

- Пространственное разрешение от 4,5 пар линий на мм в плоскости камеры.
- Благодаря вращению системы камера-излучатель возможно выполнение снимков под любыми углами.
- Рентгенопрозрачный стол позволяет обследовать лежащих пациентов.
- Функция автоматика по органам облегчает врачу выбор необходимых параметров съемки.
- Среднечастотное питающее устройство УРП-30-СЧ-«АМИКО» подключается к электрической трехфазной сети 380 В $\pm 10\%$ и сопротивлением до 1 Ом.

В комплектацию рабочих мест рентгенлаборанта и рентгенолога входит АРМ врача, которое комплектуется профессиональным графическим монитором размером 17 дюймов (43 см) для работы с базой данных и описания снимка. При этом изображение снимка выводится на два монохромных медицинских монитора по 21 дюймов (53 см, 3 Мп) каждый. АРМ рентгенла-

боранта комплектуется профессиональным графическим монитором размером 20 дюймов (51 см), на котором ведется заполнение базы данных, управление рентгеновским аппаратом и контроль качества получаемого снимка.



Рабочее место врача в ПроГраф®-7000 комплектуется медицинской фильм-станцией SONY-UP DF550, которая обеспечивает 4096 оттенков серого цвета и высокое пространственное разрешение (5060 на 4224 точек) на синей пленке четырех форматов: 354 x 430 мм (14 x 17 дюймов), 279 x 354 мм (11 x 14 дюймов), 253 x 304 мм (10 x 12 дюймов), 202 x 253 мм (8 x 10 дюймов). Кроме того, к этой станции возможно подключение любых аппаратов ЛПУ, которые имеют встроенные возможности DICOM печати. Для печати периодических отчетов аппарат комплектуется лазерным офисным принтером. Архивируются снимки и база данных на картриджи DVD-RAM. Преимущество данного DVD перед обычным в том, что запись выполняется на две стороны диска, тем самым в два раза увеличивается объём диска и, что диск имеет специальную защитную коробку (картридж), которая предохраняет его от повреждений и существенно увеличивает надёжность. Ёмкость данного диска составляет 3500 снимков. На сегодняшний день это один из самых надёжных способов хранения информации, специально сертифицированный для хранения медицинских диагностических изображений.

Программное обеспечение «ПроГраф®» соответствует международному протоколу DICOM-3.0, включающему последние изменения в стандарта 2004 года (со сжатием изображения JPEG 2000) и возможностью печати на DICOM-принтеры. Программа разрабатывается в тесном сотрудничестве с рентгенологами, поэтому содержит не только общепринятые формализованные протоколы, но и необходимые формы периодических отчетов. В программе заложены практически неограниченные возможности обработки полученного изображения специальными фильтрами.

Несмотря на высокую первоначальную стоимость цифрового аппарата «ПроГраф-7000», суммарные расходы за срок службы оказываются значительно меньше. Объясняется это более высокой производительностью, отсутствием затрат на расходные материалы, фотолабораторию и ее оборудование, пленочный архив, за счет уменьшения штата сотрудников и, самое главное, значительного повышения качества рентгенологического исследования и качественного повышения диагностики, которая исключает повторные исследования и дополнительные снимки. Важен и информационный аспект. В цифровых рентгеновских изображениях больше информации о внутреннем строении исследуемых органов. Динамический диапазон пленочных приемников близок к 30, у цифровых приемников достигает 400 и более, в частности у «ПроГрафа-7000» он равен 500, а пространственное разрешение 4,5 пары линий/мм. Контраст рентгеновского изображения для целого ряда органов выше динамического диапазона пленки, в цифровом приемнике всю информацию о плотностях исследуемой области тела пациента можно извлечь из одного снимка. Четкость цифровых снимков на «ПроГраф-7000» превосходит по четкости снимки на пленку. Цифровая обработка позволяет корректировать произведенный снимок, осуществлять изменение изображения и согласовывать качество изображения на мониторе с параметрами зрения. Универсальный цифровой рентгенологический аппарат «ПроГраф-7000» позволяет выполнять все виды рентгенографических исследований. Этот аппарат заменяет стол снимков и стойку вме-

сте взятые и предназначен для обследования пациентов стоя, сидя и лежа на столе-каталке с рентгенопрозрачной деккой.

Изображение может быть получено в любой позиции регулированием угла съемки. Соответствует РДК на два рабочих места. На аппарате проводятся исследования в более чем 100 стандартных проекциях. Аппарат обеспечивает получение качественных цифровых рентгенограмм, начиная от пальцев рук и ног (при низких энергиях рентгеновских лучей 40кэВ) и заканчивая прямыми и боковыми рентгенограммами пояснично-крестцового отдела позвоночника с избыточным весом (энергии до 150 кэВ).

Примером преимуществ цифровой обработки изображений может быть следующее: наиболее часто проводимое рентгенологическое исследование околоносовых пазух. При обработке и чтении цифрового снимка околоносовых пазух носа в программе при помощи функций корректировки контрастности и яркости, виртуального увеличения объекта, инверсии можно с успехом преодолевать эффект суммации теней в плоскостном изображении и максимально достоверно оценить состояние околоносовых пазух. При выявленных патологиях в ОНП важен контроль проведенного лечения, и тут неоценимую помощь оказывает электронный архив. При помощи программного обеспечения врач-рентгенолог имеет возможность вывести на медицинский калиброванный монитор для сравнения несколько снимков. Все эти возможности программного обеспечения «ПроГраф» позволяют успешно выявлять на раннем этапе многие опасные заболевания. Например, случай из травматологии по обнаружению инородного тела в мягких тканях (стекло). Известно, что такой материал как стекло на обычной пленке не определяется, на аппарате «ПроГраф-7000», благодаря высокой контрастной чувствительности и высокому динамическому диапазону, такие объекты визуализируются. Программа, установленная на «ПроГраф-7000», проста и удобна в управлении и в тоже время отвечает всем строгим требованиям к обработке, прочтению, архивированию цифровых снимков. Работает программа в международном стандарте DICOM 3.0, что является

очень важным элементом при записи исследования на внешние носители.

Раздел 4. Флюорографы

Рост числа заболеваний легких, прежде всего, туберкулеза и рака, в России, как и во всем мире, вызывает необходимость дальнейших поисков путей их раннего выявления с помощью методов лучевой диагностики. Поэтому одним из обязательных обследований пациента при диспансеризации в нашей стране является рентгенография грудной клетки. Некоторые ЛПУ используют цифровые флюорографы не по назначению, например для снимков шеи, головы или верхних конечностей. Хотя назначение флюорографов – снимки грудной клетки, возможность диагностировать другие участки тела при наличии достаточно большого входного экрана и подъемной платформы есть [19].

Флюорографы бывают с пленочной и цифровой фиксацией изображения. Все более широкое внедрение в практическое здравоохранение имеет цифровая рентгенография, позволяющая не только повысить диагностическую эффективность проводимых исследований, используемых в этих целях лучевых методов исследования, но снизить лучевую нагрузку на пациентов и снизить экономические затраты, повысить рентабельность. На рис. 5 показан внешний вид цифрового малодозового флюорографа ФЦС-Рентех СКБ Медрентех. Основные сравнительные характеристики приведены ниже. Флюорограф состоит из рентгенозащитной кабины с двумя дверями с моторным приводом, встроенным генератором рентгеновского излучения и снимочной камеры на основе ПЗС-матрицы, и двух автоматизированных рабочих мест – лаборанта и врача.



Рис. 5. Внешний вид цифрового малодозового флюорографа ФЦС-Рентех

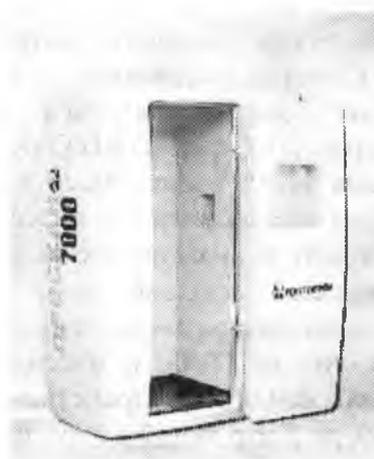
Данные по каждому пациенту перед снимком заносятся лаборантом в базу данных на компьютере АРМ лаборанта. После регистрации пациент устанавливается внутри кабины так, чтобы грудная клетка расположилась бы на входном экране снимочной камеры. Для правильного размещения различных по росту пациентов предусмотрена подъемная моторная платформа. Далее двери кабины закрываются, лаборант включает излучение, снимочная камера фиксирует снимок и прикрепляет его к записи в базе данных пациентов. Автоматически на АРМ врача-рентгенолога появляется снимок пациента вместе с заполненной карточкой с его учетными данными. Врач оценивает снимок, используя возможности цифровой обработки изображения, и заносит в открытую карточку пациента заключение. При необходимости снимок вместе с заключением и регистрационными данными пациента можно вывести на принтер.

Технические характеристики:

Напряжение питания	3ф 380±38В 50Гц
Максимальная мощность	не более 35 кВА

Сопротивление сети	не более 0,4 Ом
Диапазон напряжений излучателя	40 - 125 кВ
Диапазон количества электричества	0,1 - 500 мАс
Размер рабочего поля	390х390 мм
Время производства снимка	не более 5 с
Время обработки снимка	не более 10 с
Время готовности к работе	не более 5 мин
Пространственное разрешение	2,5 п.л./мм
Контрастная чувствительность	1%
Динамический диапазон	400
Производительность	до 60 в час
Верти	Рис. 6. Флюорограф ПроСкан-7000.
Максимальная масса пациента при подъеме	135 кг
Габаритные размеры защитной кабины, мм	(2265х1030х2200)
Масса	800 кг

Рассмотрим преимущества другого малодозового цифрового сканирующего флюорографа ПроСкан-7000



Для регистрации рентгеновского излучения, прошедшего через пациента, во флюорографе ПроСкан-7000 используется кремниевый линейный детектор. Детектор имеет длину около 550 мм. Для получения снимка легких его перемещают вдоль грудной клетки в горизонтальном направлении одновременно с веерообразным рентгеновским пучком, формируемым щелевой диафрагмой. Для этого детектор и щелевая диафрагма крепятся к штанге, которая совершает вращательное движение вокруг фокусного пятна излучения на аноде. В движение штангу приводит микрошаговый двигатель.

Конструкторами ЗАО «Рентгенпром» разработана новая рентгенозащитная кабина, которая изготавливается из современных композитных материалов. Она уменьшает радиационную нагрузку на персонал, поэтому аппарат можно размещать рядом с врачами даже в таких ограниченных объемах, как фургон передвижного флюорографического комплекса.

Питание рентгеновской трубки с фокусом 0,3 мм осуществляется среднечастотным УРП.

Флюорограф оснащается двумя рабочими местами: рентгенолога и рентгенлаборанта. Рентгенлаборант управляет аппаратом с 17" консоли, выполненной на базе персонального компьютера с экраном, реагирующим на касание пальцами рук (тачскрин). Удобные «всплывающие» меню позволяют заполнять данные на пациента, выполнять настройки флюорографа и контролировать качество полученного снимка. Место рентгенолога оснащено профессиональным медицинским TFT-монитором размером 20.3" фирмы EIZO (Япония).

Обследования могут выполняться в двух режимах: профилактический (рекомендуемый для повседневного обследования здоровых людей) и диагностический. Профилактический режим характеризуется меньшей дозой облучения пациента (около 200 мкР), меньшим размером изображения (в 4 раза, что позволяет, экономить на DVD) и максимально высокой контрастностью изображения. Пространственное разрешение при этом уменьшается до 2 пар линий на мм. В случае обнаружения патологий при профилактическом обследовании рекомендуется

переходить на режим диагностического обследования и выполнять необходимое количество снимков.

На обоих местах устанавливается программа управления флюорографом и обработки изображения «ПроСкан». Для архивирования снимков используются цифровые видео диски (DVD), емкостью около 3 500 снимков каждый. Твердую копию при необходимости можно получить на профессиональном медицинском принтере, причем как на бумаге, так и на пленке. Для распечатки периодических отчетов устанавливается также офисный лазерный принтер.

К достоинствам флюорографа ПроСкан-7000 можно отнести следующие:

Линейный кремниевый детектор не требует периодического обслуживания. Обеспечивает пространственное разрешение в плоскости пациента 3.2 пар линий на мм и контрастную чувствительность не хуже 1%. Высокая эффективность регистрации позволяет получать прямой снимок всего при 250 мкР.

Рентгенозащитная кабина имеющая поглощение равное 1,2 мм эквивалента свинца уменьшает практически до уровня естественного фона радиационную нагрузку на персонал.

Среднечастотное питающее устройство УРП-30-СЧ-«АМИКО» в исполнении ПроСкан-7000 подключается к электрической однофазной сети 220 В \pm 10% и сопротивлением до 1,5 Ом. Большинству флюорографических аппаратов для нормальной работы необходима трехфазная сеть 380 В \pm 10% с сопротивлением не более 0,3 Ом.

Уникальная компьютерная комплектация рабочих мест рентгенлаборанта и рентгенолога, позволяющая выполнять обследования в максимально комфортных условиях, повышающая эффективность работы и обладающая высокопрофессиональными возможностями.

Программное обеспечение «ПроСкан» соответствует международному протоколу DICOM-3.0, что позволяет при необходимости интегрировать его в любую современную медицинскую информационную систему. Программа разрабаты-

вается в тесном сотрудничестве с рентгенологами, поэтому содержит не только общепринятые формализованные протоколы, но и необходимые формы периодических отчетов. В программе заложены практически неограниченные возможности обработки полученного изображения специальными фильтрами. Архивирование изображений выполняется на цифровой видео диск емкостью 4 700 Мб (около 3 500 снимков). На сегодняшний день это один из самых надежных способов хранения такой информации.

Раздел 5. Аппараты для костной денситометрии

Нарушения кальциевого обмена в организме приводит к развитию слабости костной ткани. В последнее время наблюдается увеличение числа заболеваний остеопорозом. Для диагностики костной системы специально созданы рентгеновские аппараты, работающие в двухэнергетическом режиме со сканирующим лучом. Пациент располагается на горизонтальном столе, излучатель во время процедуры сканирования движется под столом вдоль тела и включается в той зоне, в которой предполагается исследовать патологию, а линейный приемник излучения движется над пациентом. С помощью чередования двух различных анодных напряжений на излучателе появляется возможность отсеять влияние мягких тканей и более точно оценить состояние костной системы, рассчитать содержание кальция в кости.

В настоящее время диагностика остеопороза основывается в большей или меньшей степени исключительно на измерении плотности кости, но известно, что низкая плотность совсем необязательно является предрасполагающим фактором для перелома. На практике врачей беспокоит в основном будущая твердость костной ткани. Обычно берется твердость, т.к. она зависит от ряда различных факторов, наиболее важные из которых - плотность в сочетании со структурными и морфологическими свойствами костной ткани. Таким образом, путь к новому диагностическому подходу четко указан.

Исходя из этого, было ясно, что необходим технологический переворот в области денситометрии. После появления метода “pencil beam”, (который в настоящее время представляет собой эталонный метод) так называемые системы “top-of-the-range” возглавили продвижение к бесперспективной технологии: относительно высокая скорость проведения исследования в сочетании с низким разрешением воспроизведения изображения означают всего лишь полумеры, а не реальный прогресс, который был бы высоко оценен во всех отношениях пользователем.

Сотрудничество компании DMS (Франция) с лабораторией CEA/LETI, которая имеет международное признание в области медицинского формирования изображения, породило уникальную технологию “Digital Flash Beam” (DFB).

Главным вопросом амбициозной научно-технической разработки было найти средство формирования изображения, которое могло бы использоваться для диагностики с использованием двумерного детектора для измерения минеральной плотности кости в со-



четании с высоким качеством получаемого изображения. Поэтому ключ к решению проблемы находится в успешном сочетании количественного описания (точная, воспроизводимая оценка плотности) и качества изображения (т.е. оценка структуры кости).

Успех данной разработки зависит от создания метода DEXA (двойная энергия), который скорректировал бы рассеивающие эффекты, возникающие из-за двумерного детектора.

В результате многолетней работы в лаборатории LETI была определена методология для контроля и коррекции рассеяния (запатентованное открытие), и появилась возможность

приступить к разработке данного проекта. На основании этой работы и открытия «умных» математических моделей и совершенно новых алгоритмов, теперь возможно применение двумерных измерений плотности в местах остеопороза (позвоночник или бедро).

Проведение разработок в сотрудничестве с известной исследовательской группой и при поддержке со стороны Французского союза промышленности (ANVAR) позволило фирме DMS создать совершенно новый технологический инструмент, который уже признан самым современным в области денситометрии благодаря перечисленным ниже инновационным решениям.

Диагностические исследования занимают всего лишь 1,5 секунды благодаря двумерной технологии: бедро, позвоночник и предплечье - все может быть исследовано одинаково быстро. Такая скорость не только повышает удобства для пользователя и комфорт пациента, но также повышает воспроизводимость при исследованиях пациентов разной комплекции и устраняет артефакты, вызываемые движением пациента во время исследования.

Новаторская технология Digital Flash Beam позволяет начинать высоко- и низкоэнергетические снимки почти в один и тот же момент (с разницей всего лишь в 0,5 сек.), тем самым устраняя возможность появления артефактов, возникающих из-за движения пациента. Время записи данных при прежних методах, основанных на технологиях "fan beam" и "pseudo-fan beam" было порядка 30 - 40 секунд, даже в быстром режиме. Такие большие временные рамки могут вызывать деформацию во время записи данных, что в последствии приводит к ошибке при расчете окончательных показаний минерального состава кости и области интереса.

Конфигурация «генератор снизу пациента, а детектор сверху» приводит к мощному увеличению. Увеличение имеет сильные вредные эффекты при использовании методов "fan beam" и "pseudo-fan beam", главным образом, из-за угла горизонтальной наводки матриц и не способности этих технологий

контролировать рассеянное излучение. Геометрия альтернативной системы Lexxos симметрична и обладает двумя новыми свойствами преодоления проблемы увеличения, характерных для ее конкурентов: источник рентгеновского излучения Lexxos расположен на много выше пациента, в достаточно большом удалении от детектора, который находится под пациентом. Такая конфигурация (в сочетании с запатентованными алгоритмами, которые контролируют рассеянное излучение, гарантирующее точность измерения площади и расчетов минерального состава кости (ВМС) области интереса и специфических мягких тканей всех участков тела.

Впервые в истории денситометрии используется цифровой детектор со средним полем. Это не только делает возможным применение его в рентгенодиагностике, но также открывает доступ ко всему современному набору информации: информации о качественных характеристиках изображения, информации о микроархитектуре костных тканей, которая в результате дает более полную, более точную оценку твердости кости. Этот двумерный цифровой детектор с непрямым преобразованием разработан специально с учетом технических особенностей денситометрии. Он состоит из матрицы, фотодиодов, помещенных в аморфный кремний. Этот детектор очень чувствителен и дает очень хорошую линейную характеристику, которой нет равных в современной технологии.

Детектор Lexxos показывает уникально высокие рабочие характеристики в одноэнергетическом режиме, открывая в конечном счете путь к точной диагностике риска перелома позвоночника как дополнение к результатам денситометрии. Это исследование выполняется в положении пациентов лежа на боку и дает качественное изображение кости позвоночного столба (L4-T4). Анализ изображения происходит непосредственно на экране высокого разрешения РС и может передаваться с помощью подключения DICOM. Таким способом может определяться малейшая деформация позвоночника, повышая тем самым качество диагностики и помогая принимать решения о том, какое лечение назначить.

Очевидно, что двумерная система наиболее подходит для быстрого и точного сравнения двух бедер (HFC). Для выполнения этого исследования, которое дополняет диагностику риска перелома позвоночника, необходимы две контролируемые вспышки (flashes).

Первостепенное значение имеет также дозиметр реального времени, который делает возможным контроль в реальном времени дозы, получаемой каждым пациентом. Эта система позволяет регулировать дозу, определяемую для каждого пациента с учетом его морфологии. Сравнение доз показывает, что при одинаковых условиях применения Lexxos является лучшим инструментом, учитывающим количество доз, получаемых пациентом.

В Lexxos входят новые запатентованные системы контроля качества и калибровки. Аппарат полностью автоматический, цифровой, что значительно упрощает его использование.

Исследование всего тела выполняется в течение примерно 3-х минут. Полностью запатентованный процесс состоит из формирования параметрического изображения скелета путем перекомпоновки серии двумерных изображений, последовательно записанных во время линейного непрерывного смещения кронштейна. Проблемы искажения, встречающиеся при технологиях "fan beam", разрешаются путем соединения конец с концом изотропических изображений (т.е. недеформированных изображений).

Небольшое время проведения исследований и низкая доза - вот два основных преимущества этого исследования, столь важных для применения в педиатрической практике. Можно получить квазирадиологические изображения костной ткани не беспокоясь о том, что ребенок двигается, при этом общий стресс, связанный с данной процедурой, снижается до минимума.

Общепринято, что точные измерения длины и ширины костей являются важными элементами, когда нужно предотвратить риск перелома. Только истинно изотропические изображения плюс уверенность в том, что расчеты свободны от

влияния эффектов движения пациента гарантируют надежные, точные измерения без какой-либо деформации. Более старые технологии ("fan beam" и "pseudo-fan beam") имеют тенденцию подвергаться искажению как из-за того, что изображения не являются изотропическими, так и из-за того, что продолжительное время записи данных ведёт к возникновению артефактов, связанных с движением пациентов.

Основным требованием для гарантии воспроизводимости является хорошее позиционирование пациента и повторяемость при позиционировании. В Lеххос используется новый запатентованный метод, основанный на радиоскопическом низкодозовом изображении, которое получается примерно за две секунды. На основе этого изображения обратное действие на кинематике кронштейна выбирает оптимальное для пациента положение по отношению к детектору. Еще одно усовершенствование заключается в оптимизации дозы радиационного излучения в соответствии с индивидуальной морфологией пациента. На основе радиоскопического изображения систему можно коллимировать, а ее рабочую точку устанавливать таким образом, что будет подаваться максимально низкая доза.

Качество изображения Lеххос в три - четыре раза выше, чем то которое может быть получено в настоящее время с помощью более старых технологий ("fan beam" и "pseudo-fan beam") На основе этого повышенного качества изображения в диагностике остеопороза, наконец, можно будет принимать в расчет новые качественные характеристики костной ткани, которые в сочетании с показаниями плотности позволят получить информацию о твердости кости.

Раздел 6. Стоматологические аппараты

В стоматологии рентгеновские аппараты используются довольно часто ввиду высокой ответственности и болезненности для пациентов процедур лечения. Существует три основных вида стоматологических рентгеновских аппаратов – дентальные снимочные, обзорные (ортопантомографы) и специализированные компьютерные томографы для дентальных исследований. Дентальный снимочный аппарат имеет моноблочный излучатель, работающий на энергиях 50-70 кВ и штатив для позиционирования, чаще настенного крепления (рис. 7). Снимочная пленка или цифровой приемник пациенту приходится размещать во рту напротив исследуемой области.

В ортопантомографах используется снимок в движении системы излучатель-приемник вокруг головы пациента, благодаря чему на изображении после компьютерной обработки удается получить панорамное изображение челюсти.



Рис. 7. Внешний вид настенного рентгеновского аппарата

«PLANO», изготовленный компанией Villa Sistemi Medicali (Италия), представляет собой радиологическое устройство для проведения челюстно-лицевых исследований. Аппарат выполняет стандартные панорамные исследования, исследования ВНС, параназальных синусов и томографические исследования для имплантологических целей, цефалометрические обследования (при комплектации аппарата цефалостатом).

Технические параметры:	
Вес без цефалостата	139 кг
С цефалостатом	150 кг
Напряжение на рентгеновской трубке	50-80кВ, с шагом 2кВ
Анодный ток (с шагом регулировки 1 мА)	4-10 мА
Фокальное пятно (IEC 336)	0.5
Время панорамной экспозиции	15с (для взрослого) 13.5 с (для ребенка)
ВНС, экспозиция	4x2.65 с
Цефалостат, экспозиция	0.2-3 с
Размер кассет Panoramic , Implant , Sinus	4x2.65 с
Напряжение	220В
Потребляемый ток	8 А
Высота X Ширина x Глубина	2200 x 1340 x 1170 мм

Аппарат оснащен улучшенной системой фокусировки, что обеспечивает самое высокое качество изображения. Это качество также повышается за счет использования технологии независимого управления отдельными электродвигателями специальными алгоритмами для перемещения в 3-х плоскостях при повороте рычага излучения, оси излучения и кассеты. Телескопическая колонна обладает двумя двигателями для быстрого и точного управления передвижениями по вертикали. Она имеет три фиксированные высоты установки, что позволяет легко адаптироваться к реальной высоте потолка в кабинете врача.

Радиовизиографические устройства семейства "Денталикс" на основе рентгеночувствительной ПЗС-матрицы совместимы с любыми дентальными рентгеновскими аппаратами.

"Денталикс" АТ71 - Для потребителей, которым требуется использовать радиовизиографическое



устройство, сочетающее низкую цену и высокие потребительские качества.

"Денталикс" АТ71М - Результат развития и модернизации известной и хорошо зарекомендовавшей себя модели АТ71. Повышена устойчивость к помехам, добавлена возможность крепления на стену.

Вся линейка радиовизиографических устройств «Денталикс» поставляется с программным продуктом «Визидент», предоставляющим пользователю удобные инструменты для получения изображения, его визуализации и дальнейшего сохранения всей необходимой информации в базе данных. «Визидент» предоставляет пользователю множество инструментов, обеспечивающих различные математические алгоритмы для выделения необходимой информации на изображении для облегчения диагностики. Программа «Визидент» обладает удобным и дружелюбным интерфейсом, облегчающим начальную работу пользователю.

Технические характеристики	АТ71, АТ71М-USB
Геометрические размеры датчика: Длина x Ширина x Толщина	36 x 24 x 6мм
Размер рентгеночувствительной области	30 x 20 мм
Количество чувствительных элементов в ПЗС	1200 x 800
Размер чувствительных элементов	менее 25 мкм
Пространственная разрешающая способность (пар линий на мм)	более 20
Аналогово-цифровой преобразователь	16 бит
Интерфейс	USB

Комплектация поставки

"Денталикс" АТ71-USB

Интраоральный датчик с разрешением 20 пар л/мм

Электронный блок с интерфейсом USB

Комплект программного обеспечения

Комплект документации

Набор одноразовых гигиенических пакетов

Набор позиционеров
"Денталикс" АТ71-USB
Интраоральный датчик с разрешением 20 пар л/мм
Электронный блок с интерфейсом USB
Комплект программного обеспечения
Комплект документации
Набор одноразовых гигиенических пакетов
Набор позиционеров
Дополнительные аксессуары:
Персональный компьютер класса Пентиум 4 с 17" мони-
тором
Столик для размещения комплекса

Раздел 7. Маммографы

Маммографы – рентгеновские аппараты для диагностики заболеваний молочной железы. Ввиду того, что патологические изменения в молочной железе имеют на ранних стадиях маленькие размеры, к системе излучатель-приемник существенно по сравнению с общей рентгенографией возрастают требования по точности. В этих аппаратах применяются рентгеновские трубки с микрофокусом, схемы высоковольтного питания с повышенной стабильностью и приемники с высоким пространственным разрешением.

Маммограф «МАММО-Р» - новая разработка компании ЗАО «Рентгенпром», практически на 100% сделанный в России. Это оптимальная маммографическая система, как для скрининговых, так и для диагностических исследований (рис. 8).

Аппарат выделяют:

- современный дизайн, обеспечивающий легкость обслуживания;
- моторизованное управление всеми движениями;
- удобные панели управления, включая компьютеризированную.

Высокое качество изображения снимка обеспечивается:

- мощной двухфокусной рентгеновской трубкой;
- мощным высокочастотным УРП;
- экраноснимочным устройством с синхронизированным растром.

К маммографу легко и быстро могут присоединяться различные аксессуары. Система автоматически распознает уста-

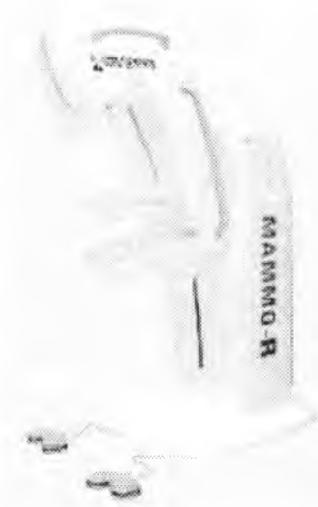


Рис. 8. Маммограф

новленные принадлежности и подстраивает все параметры под установленные устройства.

Маммограф оснащается компьютеризированным пультом управления (ПУ), располагающимся на рентгенозащитной ширме аппарата. Компьютеризированный ПУ представляет собой промышленный компьютер с относительно большим (10"/25.4 см) сенсорным экраном, который позволяет оператору одновременно легко считывать и вводить всю необходимую информацию.

Технические параметры	
Высокочастотный генератор	100 кГц
Регулировка высокого напряжения	20-35 кВ с шагом 1 кВ
Уставки тока	4 – 300 мАс
Мощность	4,5 кВт
Трубка с двойным фокусом	0,1/0,3 мм
Вращающийся молибденовый анод	3000 или 10000 об/мин
Бериллиевое окно	0,5 мм Ве
Фокусное расстояние	65 см
Фильтр: Молибден Родий (опция)	<ul style="list-style-type: none"> • 0,03 мм Мо • 0,03 мм Rh
Автоматический контроль экспозиции:	полупроводниковый детектор рентгеновского излучения; 15 степеней плотности изображения; 9 программ для различных сочетаний экран-пленка.
Синхронная отсеивающая решетка:	столлик из рентгенопрозрачного углепластика; подвижный фокусируемый отсеивающий растр (отношение 5:1, частота растра 31 л/см).
Контроль предельного усилия компрессии с тонкой настройкой	
Автоматическая декомпрессия по окончанию съемки	
Возможна ручная компрессия с ограничением усилия и декомпрессия	

Моторизованное вращение съёмочного узла	От - 180° до + 180° с любым шагом, но есть возможность автоматически выбирать углы 0°, ± 45°, ± 90°
Моторизованное вертикальное перемещение съёмочного узла	700 мм
Габаритные размеры (В x Ш x Г)	1480...2180 x 700 x 1243 мм
Высота от пола до столика	760...1460 мм
Вес аппарата	200 кг
Размеры ширмы (В x Ш x Г)	1900 x 884 x 680 мм
Вес ширмы	55 кг

Предназначение компьютеризированного пульта управления (ПУ)

Непрерывное отображение состояния аппарата: наличие принадлежностей, выбранные режимы работы, готовность аппарата к работе/экспозиции.

Выбор оператором различных режимов работы аппарата: режим работы системы автоматического контроля экспозиции, режим работы компрессионного устройства, режим работы при серийной съемке, режим работы механических трансформаций аппарата.

Непрерывный контроль над работой аппарата: диагностика работоспособности различных узлов аппарата, запрет на проведение экспозиции в различных ситуациях, проверка непротиворечивости друг другу выбранных режимов работы аппарата.

Сервисные функции: калибровка и настройка системы автоматического контроля экспозиции, калибровка рентгеновского излучателя, калибровка различных датчиков, задание различных конфигурационных параметров работы аппарата и т.д.

В процессе работы в медицинском учреждении оператор (лаборант) использует ПУ в основном для визуального контроля над состоянием маммографа и для смены его режимов работы. Так как большую часть времени (особенно при скрининге) аппарат будет работать в одном из стандартных режимов (автоматический выбор параметров экспозиции и автома-

тическая декомпрессия МЖ после экспозиции), то использовать ПУ оператор будет редко.

Режимы работы аппарата:

Автоматический, полуавтоматический и ручной выбор параметров экспозиции в зависимости от типа МЖ.

8 полей системы автоматического контроля экспозиции.

ПУ позволяет хранить неограниченное количество программ для различных сочетаний экран/пленка. Каждой комбинации «экран/пленка» присваивается собственное имя (например, «AGFA MR HD/HDR-C»), что сильно облегчает оператору выбор нужной программы при изменении типа экрана и пленки. Кроме предустановленных программ оператор может ввести любое количество дополнительных.

Возможность тонкой подстройки плотности почернения пленки в диапазоне от +/- 40% от заданной программой системой автоматического контроля экспозиции и комбинацией «экран/пленка».

Режимы автоматического и ручного снятия компрессии и освобождения МЖ после экспозиции.

Наличие режима изоцентрического перемещения штатива, в результате работы которого высота кассетодержателя прижимного стола относительно пациента остается неизменной при различных поворотах штатива.

Система автоматического позиционирования штатива в заданные угловые положения для выполнения стандартных проекций.

Режим серийной съемки - заданной последовательности проекций. Позволяет автоматически перемещать штатив в нужное положение для выполнения следующей проекции в серии. ПУ отображает название текущей проекции и название серии. ПУ позволяет хранить неограниченное количество серий. Данная функция особенно полезна при проведении стандартных маммографических исследований. Кроме предустановленных серий оператор может ввести дополнительные.

Контроль над работой аппарата:

Контроль и диагностика аварийных ситуаций на аппарате

с подробным объяснением ошибки и/или неисправности.

Автоматическая подстройка режимов работы при смене принадлежностей:

Запрет оператору на изменение параметров экспозиции при переходе в автоматический режим работы системы автоматического контроля экспозиции.

Автоматическое переключение рентгеновской трубки на работу с малым фокусом при установке столика для съемки с увеличением.

Запрет экспозиции при отсутствии кассеты, кассетодержателя.

Контроль облучения кассеты: запрет на повторное облучение уже экспонированной кассеты с пленкой.

Автоматическое изменение программы работы системы контроля экспозиции при установке кассетодержателя с растровой решеткой и без нее. Таким образом, при смене кассетодержателя с растром на кассетодержатель без раstra не требуется дополнительная настройка системы автоматического контроля экспозиции.

Другие особенности:

Расчет индивидуальной эффективной дозы облучения пациента в соответствии с методикой МУК 2.6.1.1797-03 .

Наличие счетчика общего количества снимков, сделанных на аппарате. Возможность его обнуления. Запоминанием даты и времени обнуления счетчика.

Возможность смены языка пользовательского интерфейса ПУ. В настоящее время имеется два языка: русский и английский. При необходимости легко добавить другие.

Возможность смены графического оформления интерфейса ПУ. В данной модификации предлагаются 4 вида, из которых лаборант может выбрать любую по желанию.

Отображение текущего времени и даты.

Комплектация маммографа МАММО-Р:

- кассетодержатель с подвижной отсеивающей решеткой 18?24 см;

- кассетодержатель с подвижной отсеивающей решеткой

24?30 см (по отдельному заказу);

- защитный экран для лица;
- комплект компрессионных пластин;
- комплект для съемки с увеличением;
- комплект для прицельной съемки;
- комплект для маркировки пленки;
- ширма рентгенозащитная (0,5 мм в свинцовом эквиваленте) с пультом управления.



Раздел 8. Палатные и разборные аппараты

Этот класс аппаратов предназначен для выполнения снимков пациентов, которых по разным причинам нельзя доставить в рентгеновский кабинет в настоящий момент. Главными требованиями к таким аппаратам являются удобство перемещения и позиционирования, а также легкость и малогабаритность, особенно, если предполагается его перевозить на легковом автомобиле. Для получения рентгеновских изображений в условиях ЛПУ может использоваться пленка, в мобильном варианте – вне помещения, к аппарату следует добавлять систему цифровой рентгеногра-



фии.

В разборном аппарате «Ренар ЦР» СКБ Медрентех система цифровой рентгенографии реализована на принципе считывания изображения со специальных пленок с фотостимулируемым люминофором (ФСЛ). Пленка расположена в специальных кассетах медицинских типоразмеров (24x30 см, 35x35 см, 35x43 см), после экспозиции кассета вставляется в считывающее устройство, которое сканирует пленку, извлекая ее из кассеты, и передает в компьютер полученное изображение. Автоматически после получения изображения пленка внутри считывателя проходит короткую процедуру подготовки к следующему снимку. Ресурс пленок с ФСЛ составляет до 50 тысяч снимков. Время обработки одной пленки в современных считывателях не превышает двух минут. Аппарат разбирается на несколько составных частей за 15 минут, и может быть перенесен и установлен на новом месте работы. Для работы в полевых условиях комплектуется бензиновым генератором.

Рентгеновский палатный аппарат Мобилдрайв фирмы ЗАО «Рентгенпром» представляет собой универсальный палатный рентгенографический аппарат.

Очень легкий в управлении и маневренный - **МОБИЛДРАЙВ** позволяет выполнить рентгеновский снимок в любой точке госпиталя, в том числе и в операционной. Рентгеновское питающее устройство (моноблок) аппарата предусматривает работу с обычной однофазной сетью 220 В / 50 Гц. Микропроцессорное управление позволяет работать в режиме выбора из 12 различных программ автоматического выбора параметров экспозиции.

Ручной коллиматор обеспечивает поле облучения до 43x43 см на расстоянии 1 м.

К **МОБИЛДРАЙВУ** может быть подключена рентгеновская решетка (Potter Bucky), что обеспечивает низкий уровень

вуали на снимке и выбор оптимальных параметров экспозиции пациента.

Технические параметры (приведены для аппарата мощностью 15кВт):	
Тип рентгеновского питающего устройства (РПУ)	Среднечастотный моно-блок
Мощность РПУ (при 100 кВ), кВт	15
Частота высоковольтного инвертора, кГц	16
Диапазон кВ	38 – 125
Диапазон мАс	0,2 – 190
Диапазон мА	25 – 200
Диапазон времени экспозиции, сек	0,003 - 5
Анод рентгеновской трубки	Вращающийся
Теплоемкость кНУ/кДж	108/80
Угол анода, град	15
Размер фокуса, мм.	0,6 - 1,3
Система органавтоматики	12 программ
Диапазон движения излучателя по вертикали (от пола), см.	37,5 - 201
Выдвижение излучателя по горизонтали относительно передних колес, см.	53,8
Выдвижение излучателя по горизонтали относительно вертикальной стойки, см.	78
Вращение излучателя вокруг оси Y, град.	+125/-45
Вращение излучателя вокруг оси X, град.	±180
Наличие контейнера для кассет	да
Требования к питающей сети	Однофазная, 230±10% В, 50/60 Гц
Максимальный ток питающей сети, А	16
Габариты, см (Н x W x D)	69x153x144
Вес, кг	190

Раздел 9. Аппараты типа С-дуга и ангиография

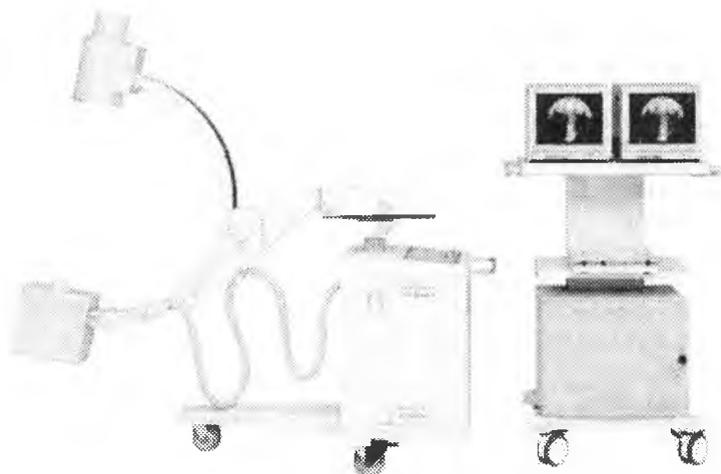


Рис. 9. Внешний вид передвижной С-дуги

Интервенционная (с вмешательством в организм) рентгенология – область медицины, обеспечивающая рентгеновское изображение в режиме реального времени при различных вмешательствах в работу организма:

при хирургии или, например, диагностике сосудистой системы (ангиография). Пациент располагается на хирургическом столе или специальном ангиографическом штативе. Штатив С-дуга обеспечивает такое размещение излучателя и приемника, что становится возможным наблюдать в режиме рентгеноскопии пациента под различными углами и на разной высоте. В качестве приемника

широко используется УРИ с РЭОП до 9 дюймов в диаметре. Для снижения лучевой нагрузки предусмотрен режим импульс-

ной копии. Аппарат оснащается системой цифровой обработки и памяти получаемых изображений.

Передвижная цифровая рентгенотелевизионная установка со штативом типа С-дуга "АРХП-АМИКО". Аппарат разработан специалистами фирмы «Амико» и полностью адаптирован к российским условиям.

- большой диаметр С-ДУГИ обеспечивает максимальный доступ к пациенту;
- прецизионная балансировка позволяет быстро, без усилий менять положение штатива;
- ручной тормоз гарантирует безопасность аппарата в движении;
- плоская панель управления и съемные покрытия тележки легко чистить и дезинфицировать.

Технические параметры С-дуга	
Горизонтальное перемещение	210 мм
Моторизованное вертикальное перемещение	500 мм
Поворот относительно вертикальной плоскости	$\pm 12,5^\circ$
Расстояние от плоскости УРИ до фокуса рентгеновской трубки	988 мм
Угловое движение (в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси)	123°
Вращательное движение (орбитальный поворот)	$\pm 270^\circ$
ТРЕБОВАНИЯ К ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ	
Напряжение	$230 \text{ В} \pm 10\%$
Максимальное сопротивление	0,4 Ом
РЕНТГЕНОВСКОЕ ПИТАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО	
Мощность	3,5 кВт
Частота инвертирования	40 кГц
Максимальное напряжение	110 кВ
Максимальный анодный ток	65 мА
Максимальный анодный ток при флюороскопии	4 мА
РЕНТГЕНОВСКАЯ ТРУБКА	
Размеры рабочих фокусов	0,6 – 1,5 мм
Тип анода	Вольфрам, неподвижный, 12°

Теплоемкость анода	54 кДж
Фильтрация	2,8 мм Al
КОЛЛИМАТОР	
Моторизованная ирисовая/щелевая диафрагма	наличие
РЕЖИМЫ ФЛЮОРОСКОПИИ	
Используемый фокус	0,6 мм
Диапазон высокого напряжения	40 – 110 кВ
Диапазон анодного тока	0,5 – 8 мА
РЕЖИМЫ РАДИОГРАФИИ	
Используемый фокус	1,5 мм
Диапазон высокого напряжения	40 – 110 кВ
Диапазон мАс	1 – 125 мАс
ТЕЛЕВИЗИОННАЯ СИСТЕМА	
Размеры рабочих полей УРИ	9 / 6 / 4 дюйма
Разрешающая способность РЭОП	48 / 56 / 64 пар линий/мм
DQE при 59,5 кВ (по стандарту МЭК)	65%
Коэффициент преобразования	240 кд/кв.м/мР/сек
ПЗС матрица	768x576 элементов
Монитор (ч/б, безбликовый, плоский экран)	19 дюймов, 100 Гц
Система обработки и запоминания изображения	<ul style="list-style-type: none"> • Запоминание последнего кадра; • Рекурсивный фильтр; • Память 1+110.

Базовая комплектация:

- Рентгеновский аппарат со штативом типа С-ДУГА АРХП-«Амико»,
- УРИ с РЭОП 9 дюймов, один монитор на тележке, система запоминания последнего кадра, память на 1+4 кадра со вторым монитором,
- Ирисовая диафрагма с параллельными шторками,
- Кассетодержатель 24x30 см.
- Габариты: аппарат упакован в один ящик объемом 4 кубометра и весом 450 кг.
- Длина – 246 см, Ширина – 112 см, Высота – 145 см

Дополнительная комплектация:

1. Система получения и обработки цифрового рентгеновского изображения АККОРД.

Программное обеспечение АККОРД 3.0 работает в международном медицинском стандарте DICOM 3.0. Позволяет обрабатывать рентгеновские изображения, вести электронный архив данных.

Суть работы этой системы – получение рентгеновского изображения на мониторе АРМа и последующая возможность проведения анализа изображения для получения дополнительной диагностической информации и архивации. Система позволяет, минуя трудоемкий и дорогостоящий процесс проявки, приступить к описанию снимка, что ускоряет и упрощает работу врача.

- Монитор 17 дюймов со стойкой;
- Устройство захвата кадров (фреймграббер);
- Программное обеспечение «АККОРД».
- Габариты: аппарат упакован в один ящик весом 60 кг.
- Длина – 910 мм, Ширина – 800 мм, Высота - 800 мм.

2. Термопринтер UP-D895MD для получения твердых копий,

• Обеспечивает близкое к фотографическому качество печати.

- Максимальное разрешение печати - 325 dpi .
- Формат отпечатков - до 100 x 320 мм,
- Время вывода - от 3,9 с на отпечаток

3. Универсальный операционный рентгенпрозрачный стол ОК-02Р

- Габариты: Длина-250 см, Ширина-120 см, Высота-120 см.
- Вес: 275 кг.

4. Ширма большая фронтальная

- Ширма малая защиты врача (хирургическая).

Раздел 10. Содержание технического обслуживания (ТО) и ремонта медицинской техники

Любое медицинское оборудование имеет срок эксплуатации, который определяется его индивидуальными качествами, воздействиями условий внешней среды, частотой и аккуратностью его применения и техническим обслуживанием. Многие неисправности можно предотвратить при помощи полноценного технического обслуживания. Техническое обслуживание (ТО) является одним из важнейших условий поддержания функциональной надежности, работоспособности и ресурса медицинской техники, а также обеспечения достоверности диагностики и качества лечения, соответствия требованиям безопасной эксплуатации.

Этапы и содержание комплексного технического обслуживания

Комплексное техническое обслуживание (КТО) медтехники включает в себя совокупность организационно-технических мероприятий, предварительной метрологической подготовки и текущему ремонту медицинской техники.

Эксплуатация изделия должны быть спланирована таким образом, чтобы позволить проведение намеченных процедур по техническому обслуживанию. Это означает, что администрация лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ) при планировании эксплуатации медицинской техники должна предусматривать для этого необходимые перерывы, во время которых технический и медицинский персонал будут проводить регламентные работы.

КТО медицинской техники представляет собой единый технологический процесс и включает в себя следующие виды работ: контроль технического состояния, техническое обслуживание, текущий ремонт и метрологическую подготовку медицинской техники к государственной поверке.

Контроль и учет технического состояния изделий

Система технического обслуживания и ремонта медицинской техники основывается на систематическом контроле и учете технического состояния изделий в процессе их эксплуатации с целью определения вида технического состояния изделия:

- исправности или неисправности;
- работоспособности или неработоспособности;
- достижения или недостижения предельного состояния.

По результатам контроля технического состояния изделия принимается решение о проведении технического обслуживания, калибровки, ремонта или снятия с технического обслуживания изделия медицинской техники.

Техническое обслуживание монтируемой (стационарной) медицинской техники осуществляется на месте ее установки в учреждении здравоохранения. К стационарной медицинской технике относятся такие ее виды, как рентгеновские аппараты, операционные столы, паровые стерилизаторы и т.п.

Для технического обслуживания переносной (портативной) медицинской техники учреждения здравоохранения по возможности предоставляют помещения для организации пунктов технического обслуживания МТ.

Виды контроля технического состояния (КТС) бывают следующими:

- КТС перед использованием;
- текущий КТС;
- плановый КТС.

Эти КТС различаются объемом, периодичностью проведения и в зависимости от назначения проводятся леченым и техническим персоналом ЛПУ или специалистами сервисной организации.

КТС перед использованием проводится лечебным персоналом непосредственно перед использованием изделия. Порядок и правила проведения КТС перед использованием должны излагаться в разделе «Подготовка к работе» инструкции по эксплуатации каждого изделия. Перечень операций по проведению

КТС перед использованием должен быть утвержден администрацией ЛПУ и находиться на рабочем месте оператора изделия.

Содержание КТС перед использованием должно устанавливаться на основе рекомендованного типового перечня операций с учетом назначения и конструктивных особенностей каждого изделия. Инструкция по проведению КТС перед использованием составляется или техническими специалистами ЛПУ, или специалистами сервисной организации по специальной заявке ЛПУ или содержится в эксплуатационной документации на изделие.

Результаты КТС перед использованием могут быть также использованы для уточнения содержания операций по настройке и регулировке изделия перед его применением по назначению. В этом случае участие технических специалистов в КТС перед использованием обязательно.

Текущий КТС выполняется в следующих случаях:

- после монтажа изделия на месте применения перед вводом его в эксплуатацию;
- после продолжительных перерывов в работе (более 3 месяцев) при хранении его на месте эксплуатации;
- при длительном хранении в складских условиях – через установленные интервалы времени;
- при передаче изделия из одного учреждения здравоохранения в другое (производится получателем совместно со слатчиком);
- в других случаях, специально установленных эксплуатационными документами.

Порядок и содержание текущего КТС указывают в разделе «Техническое обслуживание» руководства по эксплуатации.

Текущий КТС проводится на месте эксплуатации (хранения) техническим и лечебным персоналом потребителя, а также специалистами сервисной организации с целью установления необходимости выполнения непланового (текущего) ТО и определения его содержания, объема и способов выполнения.

Периодичность и объем проведения планового КТС определяются заводом-изготовителем и указываются в разделе «Техническое обслуживание» эксплуатационной документации, которая поставляется вместе с изделием. Плановый КТС проводится только техническими специалистами ЛПУ или сервисной организации.

Основное назначение планового КТС состоит в определении степени изменения технического состояния изделия после предыдущего планового КТС, в выявлении его изношенных или поврежденных составных частей. Результаты планового КТС служат основанием для определения содержания, объема и времени проведения очередного ТО или ремонта.

Промежуток между плановыми КТС может определяться двумя способами:

- календарным временем, указанным с эксплуатационной документации завода-изготовителя (в том случае, если интенсивность использования и условий эксплуатации изделия соответствует паспортным требованиям);

- наработкой с учетом условий эксплуатации. Этот способ позволяет в конечном счете минимизировать затраты на содержание изделия или за счет увеличения промежутка между плановыми КТС (при более легких условиях эксплуатации), или за счет более часто проводимого ТО, которое поддерживает состояние изделия (при более тяжелых условиях эксплуатации). Однако этот способ требует от персонала ЛПУ учета наработки изделия и условий эксплуатации (в формуляре изделия).

Плановый КТС выполняется техническими специалистами сервисной организации или специалистами технической службы ЛПУ с использованием технических средств контроля. В том случае, если изделие является средством измерения медицинского назначения (СИМН), то плановый КТС можно совместить с государственной периодической поверкой этого изделия. Это совмещение разумно в том случае, если есть уверенность в том, что поверка не даст отрицательного результата и ее оплата не пропадет.

Содержание, методы и правила измерительного контроля, осуществляемого в ходе планового КТС, должны разрабатываться с учетом состава и технических характеристик средств контроля технического состояния изделия, утверждаться в виде инструкции и находиться на рабочем месте.

Календарные сроки поверки средств измерения устанавливаются в графиках поверки.

Графики плановых КТС и поверок средств измерения, находящихся на ТО, составляются и утверждаются администрацией сервисной организации, а также органами государственной метрологической службы (или организациями, аккредитованными на проведение государственной поверки) и согласовываются с руководителями ЛПУ.

Техническое обслуживание

Основным назначением технического обслуживания (ТО) является выявление и предупреждение отказов и неисправностей изделий путем своевременного выполнения работ, обеспечивающих их работоспособность в течение планового периода между очередными обслуживаниями.

Виды ТО (или допустимость работы без обслуживания для необслуживаемых изделий), должны устанавливаться в эксплуатационной документации на каждое изделие, находящееся в эксплуатации.

Бывают следующие виды ТО:

- текущее (внеплановое) ТО;
- плановое (периодическое) ТО.

Указанные виды ТО различаются периодичностью, содержанием и трудоемкостью.

Текущее ТО представляет из себя проведение минимально необходимого объема работ, поддерживающего работоспособность изделия до очередного планового ТО.

Плановое ТО представляет из себя проведение настроечно-регулирующих и планово-предупредительных работ, обеспечивающих безотказное функционирование изделия в течение периода до следующего планового КТС.

Текущее ТО выполняется при необходимости по результатам текущего КТС. В отдельных случаях текущее ТО может производиться по результатам КТС перед использованием, а также после использования изделия. Перечень и содержание работ, проводимых на изделии (или с изделием) после его использования, должны указываться в эксплуатационной документации.

Обычно текущее ТО включает в себя:

- очистка от пыли, грязи, эксудатов и т.п. изделия в целом или его составных частей (без разборки);
- удаление следов коррозии и окисления с наружных поверхностей изделия;
- смазка основных механизмов;
- устранение ослабления стыковок электрических разъёмных соединений;
- затяжка всех ослабленных крепежных элементов, уплотнений, сальников и т.п.;
- дозаправка изделия расходными материалами;
- текущие планово-предупредительные работы, специфические для данного класса и образца изделий, необходимость, объем и содержания которых установлены эксплуатационной документацией.

Содержание, порядок и правила проведения предусмотренных для данного изделия видов ТО определяются на заводе-изготовителе и указываются в эксплуатационных документах. Обычно плановое ТО включает в себя:

- работы текущего ТО;
- удаление пыли, грязи, следов коррозии и окисления с внутренних поверхностей корпуса изделия его составных частей (с частичной блочно-узловой разработкой);
- чистка, смазка и, при необходимости, переборка основных механизмов и узлов;
- замена смазки и рабочих жидкостей в соответствии с плановыми сроками;
- подкраска очищенных от коррозии окрашены поверхностей;

- полная комплексная настройка и регулировка изделия;
- плано-предупредительные работы, специфические для данного класса и образца изделий, необходимость, объем и содержание которых установлены эксплуатационной документацией.

Эксплуатационная документация для каждого вида ТО должна указывать технологическую последовательность выполнения работ, порядок и правила выполнения основных операций, распределение обязанностей между исполнителями (при необходимости), а также общие и (или) пооперационные нормативы времени или трудоемкости работ. Эти нормативы времени или трудоемкости ТО устанавливаются для типового перечня работ, приведенного в эксплуатационной документации, однако эти нормативы не учитывают конкретной оснащенности и организованности процесса ТО в данном ЛПУ или в данной сервисной организации. Поэтому администрация ЛПУ (в меньшей степени) и сервисной организации (в обязательном порядке) обязаны производить хронометраж и вносить свои поправки в нормативы времени.

Текущее и плановое ТО выполняются в том же месте и теми же исполнителями, что и соответствующие КТС.

Плановое ТО медицинской техники считается законченным, когда выполнены все работы, предусмотренные эксплуатационной документацией, и дополнительные работы по устранению неисправностей, выявленных при КТС. Дополнительные работы, не предусмотренные типовым перечнем, должны выполняться по дополнительным нормативам.

В объем КТО еще входит инструктаж медицинского персонала по эксплуатационным особенностям медицинской техники.

Ремонт медицинской техники

Ремонт охватывает комплекс работ по восстановлению работоспособности или исправности изделий [2, 8, 28].

Бывают следующие виды ремонта:

- текущий ремонт – для всех изделий – проводится в рам-

ках КТС;

- средний ремонт и (или) капитальный ремонт – для отдельных групп изделий.

Средний ремонт является плановым видом ремонта, выполняемым для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса изделия путем замены или восстановления его составных частей.

Капитальный ремонт является плановым видом ремонта, выполняемым для выработки установленного срока службы или ресурса, если по результатам КТС устанавливается, что восстановление работоспособности изделия средним ремонтом технически невозможно.

Планирование среднего ремонта (СР) изделий должно осуществляться администрацией ЛПУ на основе значений средних сроков службы (ресурсов) до среднего ремонта и до списания, указанных в эксплуатационной документации.

После выработки срока службы или ресурса проводится КТС изделия, по результатам которого в случае фактического достижения предельного состояния принимается решение о списании изделия в установленном порядке (в том случае, если проведение ремонта признается технически невозможным или экономически нецелесообразным).

Если по результатам КТС признано, что предельное состояние изделием не достигнуто, то срок службы (ресурс) до списания продлевается. Если по результатам КТС признано, что предельное состояние изделием не достигнуто, изделие подлежит сдаче в ремонт.

Срок службы (ресурс) после проведения СР до очередного ремонта (среднего или капитального) рекомендуется продлевать не более, чем на 25 % срока службы до списания. После выработки продленного срока службы (ресурса) проводится очередной КТС.

СР должен обеспечивать работоспособность и возможность эксплуатации отремонтированного изделия в течение установленного или продленного срока службы (ресурса) до списания.

В ходе СР технические характеристики и функциональные свойства изделий подлежат восстановлению до значений, установленных ремонтной документацией, а в случае ее отсутствия – до значений паспортных данных, приведенных в эксплуатационной документации.

СР производится сервисной организацией и, как правило, в заводских условиях. В некоторых случаях СР ремонт изделий (узлов, агрегатов, блоков) допускается производить в условиях ЛПУ, если это обусловлено невозможностью или неудобством из транспортировки.

Содержание и объем работ при СР определяется, в основном, блочно-узловой и, при необходимости, частичной подетальной разборкой и дефектацией ремонтируемых изделий. Ремонту подвергается изделие в целом или только его неисправные составные части.

Основным средством восстановления технических характеристик изделия при СР служит замена неисправных блоков, агрегатов и узлов на запасные (агрегатно-узловой метод ремонта), а также замена и восстановление поврежденных или изношенных комплектующих деталей, электрорадиоэлементов и т.д.

При СР выполняются восстановительные (слесарные, механические сварочные, термические и т.п.) работы, не требующие специального технологического оборудования. Допускается изготовление несложных по конструкции и характеру обработки деталей и узлов, осуществляемое по чертежам основного производства или ремонтным чертежам.

Восстановление внешнего товарного вида изделий при СР производится путем возобновления защитных покрытий и покраски (подкраски) поверхностей агрегатов, блоков и узлов.

Технология, содержание и последовательность проведения СР определяется схемой технического процесса ремонта, установленной в ремонтной документации или в типовом технологическом регламенте для данного вида изделий, разработанным и утвержденным сервисной организацией или администрации ЛПУ.

После СР изделия подвергаются послеремонтным приемо-

сдаточным испытаниям в объеме, установленным ремонтной документацией.

Допускается проведение приемо-сдаточных испытаний по временным инструкциям или по техническим условиям изготовителя в объеме технических характеристик, установленном эксплуатационной документацией. Для средств измерения приемо-сдаточные испытания могут совмещаться с поверкой при выпуске из ремонта. Результат приемо-сдаточных испытаний оформляется актом, а для средств измерения дополнительно протокол проверки.

Приемо-сдаточным испытаниям подвергаются собранные отремонтированные изделия, кроме тех, которые монтируются после их монтажа.

До сборки изделия допускается предусматривать также проведение приемо-сдаточных испытаний отдельных составных частей изделия, оказывающий определяющее или лимитирующее влияние на общие технические характеристики.

Встроенные измерительные приборы отремонтированных изделий всех видов должны быть поверены в установленном порядке. Если отремонтированное изделие само является средством измерения, то оно должно пройти послеремонтную поверку.

На отремонтированные изделия устанавливается гарантийный срок эксплуатации или гарантийная наработка. Обычно гарантийный срок составляет три календарных месяца после получения отремонтированного прибора заказчиком. Однако, следует иметь в виду, что этот срок действует в том случае, если после проведенного ремонта осуществляется ТО этого прибора в полном объеме.

В том случае, если после проведенного ремонта необходимое ТО не проводилось, понятие гарантийного срока теряет смысл.

Назначением капитального ремонта (КР) является восстановление исправности и полное или близкое к полному восстановление ресурса изделия.

Содержание и объем КР определяется работами по полной

разборке, подетальной дефектации, полному или частичному ремонту изделия. По возможности, следует ограничивать количество составных частей изделия (агрегатов, блоков и т.п.), подвергаемых полной разборке и ремонту, увеличивая удельный вес составных частей, подвергаемых СР.

КР должен полностью обеспечивать восстановление всех технических и эксплуатационных характеристик в объеме и до значений, установленных ремонтной документацией. Срок службы (ресурс) после проведения КР до очередного ремонта (среднего или капитального) рекомендуется продлевать не более, чем на 50 % срока службы до списания.

Основным средством восстановления технических характеристик изделия при КР должна служить массовая замена деталей и сборочных единиц изделий с полным или частичным ремонтом электрической схемы и проведением восстановительных ремонтных и регулировочных работ любой необходимой сложности.

После КР изделие подвергается приемо-сдаточным испытаниям в объеме, установленном ремонтной документацией.

Отремонтированные капитальным ремонтом средства измерения и измерительные приборы отремонтированных изделий всех видов должны быть поверены в установленном порядке.

Для изделий, отремонтированных капитальным ремонтом, устанавливается гарантийный срок эксплуатации.

Монтажи и демонтажи медицинской техники

Изделия медицинской техники условно можно разделить на две группы – те, которые для ввода в эксплуатацию требуют предварительного монтажа, и те, для которых монтаж не нужен.

Если изделие предназначено для работы в составе кабинета, проект на который должен быть в установленном порядке, то приступать к монтажу можно только после утверждения проекта и подготовки помещения кабинета к проведению монтажных работ, а именно:

- освобождения помещения или места в помещении, где

будет располагаться монтируемая аппаратура;

- проверки наличия и возможностей инженерных коммуникаций, необходимых для работы монтируемой аппаратуры;
- наличия всей необходимой комплектации для проведения монтажа;
- наличия монтажной документации;
- наличия всех необходимых инструментов, материалов и приспособлений, средств индивидуальной защиты;
- проведения целевого инструктажа по охране труда.

Если чего-либо из вышеперечисленного нет, то к монтажным работам приступать нельзя.

Если для ввода в строй необходимо проводить монтажные работы, то, как правило, в паспорте дается методика поверки. Если такой методики нет, то администрация сервисной организации обязана эту методику разработать и утвердить самостоятельно, причем, до начала монтажа, а не в его ходе.

После проведения монтажа в паспорте и формуляре делается соответствующая запись.

К проведению монтажных работ допускаются электромеханики только после проведения целевого инструктажа по охране труда с регистрацией в журнале.

Если при проведении монтажных работ предполагается перемещение больших тяжестей, то электромеханики должны быть аттестованы на проведение такелажных работ и иметь соответствующее удостоверение.

Из всего множества изделий медицинской техники перед вводом в эксплуатацию по монтажу подлежат системы медгазоснабжения, рентгеновские аппараты, паровые стерилизаторы, операционные столы, стоматологические установки и т.п.

Однако, независимо от того, нужны или не нужны монтажные работы перед вводом в эксплуатацию изделия, обязательно следует провести их входной контроль, результаты которого необходимо занести в формуляр и журнал технического обслуживания. Эта проверка должна проводиться персоналом поставщика в присутствии представителя ЛПУ, на территории ЛПУ. В некоторых случаях, по специальной договоренности,

эта процедура может быть проведена силами сервисной организации, которая будет обслуживать данное ИМТ. Возможно также осуществление этой процедуры технической службой ЛПУ.

Раздел 11. Организация технического обслуживания и ремонта медицинской техники

Структура предприятия по ремонту и техническому обслуживанию медтехники

Структура сервисной организации (СО) определяется конкретными задачами, стоящими перед ней, используемой технологией проведения КТО и ремонта, географией оказания услуг.

Учитывая, что все изделия условно можно разделить на две группы – те, которые, в основном, электронные (рентгеновские комплексы, аппараты для электролечения и т.п.), и те, которые, в основном, неэлектронные (паровые стерилизаторы, операционные столы и т.п.), в СО должно быть, как минимум, два цеха (два участка, две бригады, два электромеханика) по ремонту и КТО. Т.к. привезенные в ремонт изделия надо принять, а отремонтированные надо заказчику выдать, то в СО должен быть приемный отдел. Т.к. качество ремонта и КТО надо контролировать, то в СО должен быть отдел технического контроля. Т.к. в ИМТ довольно часто ломаются корпусные части, то ее надо изготовить. Для этого в сервисной организации должен быть цех (участок) по изготовлению корпусных деталей. Для снабжения производственных цехов надо иметь отдел снабжения. Для обеспечения производственных цехов техдокументацией, решения текущих технических задач (аналоги, техпроцессы, конструкторские чертежи, нормы расхода и т.п.) нужен технический отдел. Для решения экономически вопросов (планирование, калькуляция цен, экономический анализ и т.п.) нужен планово-экономический отдел. Текущие платежи, расчеты с банком, налоги – бухгалтерия.

Если обслуживаемые ЛПУ расположены на большом удалении друг от друга и от места расположения СО, но на их территории организуются пункты ТО, где электромеханики держат все необходимые запасы, аппаратуру, документацию и т.п.

Принципы определения численности технического персонала

Все работы, которыми заняты технические специалисты (электромеханики) ЛПУ и СО, можно условно разделить на три большие группы – работы по ТО МТ, работы по ремонту МТ и работы по контролю качества технического обслуживания и ремонта МТ.

Здесь не рассматриваются работы по изготовлению каких-либо изделий, в т.ч. и корпусных деталей, а также вопросы определения численности вспомогательных служб – снабжения, бухгалтерии, экономической, технической.

Разница между работами по ТО и работами по ремонту МТ состоит в том, что работа по ТО представляет из себя набор повторяющихся процедур, регламентированных эксплуатационной документацией на обслуживаемые изделия. Это позволяет после разработки в технической службе СО или ЛПУ полной (пооперационной) инструкции по ТО на каждый обслуживаемый прибор использовать на этих работах низкоквалифицированных электромехаников с разрядом не выше третьего (в соответствии с требованиями Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих. Выпуск 16. Утвержден постановлением Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам, ВЦСПС от 21 марта 1984 г. № 79/6-32). Для занятия должности электромеханика III разряда не требуется среднего специального образования. Достаточно среднего.

Это соображение особенно существенно для СО, т.к. низкоквалифицированный электромеханик не сможет самостоятельно ремонтировать медицинские изделия и не будет конкурентом своей собственной СО.

После того, как техническая служба ЛПУ или СО составит пооперационную инструкцию по ТО медицинских изделий, и будет проведен хронометраж потребного на эти операции времени, можно будет определить затраты времени на подготовку к ТО, непосредственно на ТО и на завершающие процедуры.

Сопоставляя суммарные затраты на поведение ТО с коли-

чеством медицинских изделий, взятых на обслуживание, и с годовым балансом времени одного электромеханика (1850 часов в год), можно определить количество электромехаников, занятых ТО.

Если в оснащении ЛПУ есть аппараты, которые по тем или иным причинам не имеют документации, в которой перечислены процедуры по ТО, то техническая служба ЛПУ или СО может использовать типовые технические регламенты или составить собственные. Работы по ремонту МТ требуют высокой квалификации электромеханика – не ниже IV. Для занятия должности высококвалифицированного электромеханика требуется образование не ниже среднего специального.

Как правило, на ремонт сколько-нибудь сложной МТ составить пооперационную инструкцию по ремонту невозможно. Поэтому электромеханик сам должен определить, какие действия ему необходимо совершить, имея при этом в распоряжении только электрическую, гидравлическую или иную схему (если он есть, конечно).

Предположим, в ЛПУ на обслуживании находится 10 электрокардиографов. В соответствии с ГОСТ 19687-89 установленная безотказная наработка на отказ электрокардиографа 2500 часов. А по техническим условиям на электрокардиограф ЭК1Т-01 (например) среднее время восстановления – 0,8 часа.

Кроме того, послеремонтная поверка займет 1,2 часа. Таким образом, через каждые 2500 часов эксплуатации электрокардиографа будет истрачено 2 часа рабочего времени электромеханика на ремонт этого прибора. Если предположить, что этот электрокардиограф эксплуатируется 8 часов в сутки без выходных, то 2500 часов в таких условиях истекнут приблизительно через 312,5 суток. Значит, в год будет приблизительно по 1,16 ремонта по 2 часа. Всего 2,34 на один электрокардиограф, или 23,4 часа на 10 электрокардиографов. Годовой баланс времени электромеханика – 1850 часов. Таким образом, для проведения ремонтов 10 электрокардиографов в ЛПУ надо держать в течение года приблизительно 0,01 электромеханика.

Таким образом, рассчитывается количество электромеха-

ников на все оснащение ЛПУ. Количество электромехаников в СО рассчитывается подобным образом с учетом времени, потребного на поездки обслуживающих электромехаников в обслуживаемые ЛПУ.

Начальников электромехаников считают их соображения: 1 неосвобожденный бригадир на 7 электромехаников. Условия оплаты труда бригадира должны быть такими, чтобы бригадир был заинтересован в увеличении количества медицинских изделий, взятых на обслуживание СО в обслуживаемом ЛПУ. Иначе электромеханики, закрепленные за данным ЛПУ, договорятся с администрацией ЛПУ о ремонте медицинских изделий за наличные деньги. Тогда ЛПУ снимет часть медицинских изделий с обслуживания, что нанесет экономический ущерб СО.

Работы по контролю качества по принципам определения количества потребных специалистов, по требованиям к квалификации специалистов, по участию технических служб ЛПУ или СО сходны с работами по ТО МТ.

Раздел 12. Контроль эксплуатационных параметров медицинской рентгеновской техники

Роль контроля эксплуатационных параметров

Высокое качество диагностики при минимальной дозе облучения может быть достигнуто, если обеспечено выполнение заданных условий исследования: электрических (анодное напряжение и ток, время экспозиции), геометрических (фокусное расстояние, размер и центрация фокуса, выбор поля экспонометра, размер кадра), фотохимических условий обработки пленки (состав и температура раствора, светозащита, условия сушки), анализа изображения (оптимизация яркости, контраста, разрешения на экране монитора компьютера или негатоскопа).

Для проверки и настройки всех этих многочисленных параметров в развитых странах существует система проверки качества в условиях эксплуатации - гарантия качества (так называемая «quality assurance»). За последние двадцать лет созданы многочисленные приборы и тест-объекты для контроля характеристик РДА и мето-

ды проведения их контроля. Методикам контроля качества рентгеновской аппаратуры в последние годы уделяет внимание МЭК (Международная электротехническая комиссия); средства контроля производят фирмы «Victoreen», «RTI», «Pehamed», «Unfors» и ряд других.

Контроль медицинской рентгеновской аппаратуры в условиях эксплуатации осуществляется прежде всего с целью получения при рентгенодиагностических исследованиях информации, достаточной для решения поставленных диагностических задач при одновременном обеспечении минимальной дозы облучения пациентов и персонала.

Своевременный контроль создает условия для поддержания на должном уровне диагностической информации, снижения затрат времени и средств за счет сокращения количества бракованных снимков и др., безопасной эксплуатации рентгеновского оборудования, повышения профессионального уровня специалистов.

Контроль эксплуатационных параметров рентгеновских аппаратов, включая преобразователи (усилители) рентгеновского изображения (УРИ) и фотолабораторное оборудование, проводится на трех уровнях:

-Испытания новых видов медицинского оборудования отечественного и зарубежного производства;

-Периодический инструментальный контроль технических параметров медицинского рентгеновского оборудования, находящегося в эксплуатации;

-Текущий контроль эксплуатационных параметров рентгеновского оборудования (испытания на постоянство параметров).

Испытания новых видов медицинского оборудования отечественного и зарубежного производства осуществляются в порядке, установленном Минздравом РФ.

Периодический контроль эксплуатационных параметров медицинского рентгеновского оборудования проводят испытательные центры (лаборатории), аккредитованные Минздравом РФ, при вводе рентгеновского аппарата в эксплуатацию в ле-

чебном учреждении, при лицензировании, после ремонта, замены или изъятия составных элементов или блоков оборудования, после настройки или регулировки технических параметров, при технической паспортизации рентгеновских кабинетов ЛПУ. Правила и нормы, обеспечивающие радиационную безопасность персонала и пациентов, определены в ряде нормативных документов:

- Нормы радиационной безопасности НРБ-99 (введены в 2000 г.);
- Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99 (введены в 2000 г.);
- Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований СанПиН 2.6.1.1192-03 (введены в 2003 г.);
- ГОСТ Р 50267.03-99.

Три уровня контроля эксплуатационных параметров

Контроль эксплуатационных параметров медицинских рентгеновских аппаратов делится на три уровня:

- Контроль при заводских испытаниях (приемо-сдаточных и периодических), контроль при испытаниях новых аппаратов отечественного или иностранного производства в целях получения разрешения на применение и сертификата соответствия.
- Контроль при вводе аппарата в эксплуатацию у заказчика, после ремонта а также замены основных узлов аппарата, существенно влияющих на его работоспособность и качество работы.
- Оперативный контроль в условиях нормальной эксплуатации и в периоды технического обслуживания.

Испытания на постоянство параметров в процессе эксплуатации аппарата проводит служба сервисного обслуживания и персонал рентгеновского кабинета (рентгенолог, рентгенлаборант), используя простые легкодоступные методы. Ниже приве-

ден перечень параметров рентгеновского оборудования, подлежащих периодическому контролю:

- точность выполнения уставок анодного напряжения;
- форма кривой и пульсации анодного напряжения;
- точность выполнения уставок силы анодного тока;
- точность выполнения уставок количества электричества (мАс);
- точность уставок длительности экспозиции;
- воспроизводимость дозы излучения в ручном и автоматическом режимах (при работе с экспонометром);
- линейность дозы излучения при заданном анодном напряжении в зависимости от уставок количества электричества;
- постоянство мощности дозы на входе усилителя рентгеновского изображения при изменении толщины фантома;
- радиационная защита рентгеновского излучателя при наличии заглушки;
- радиационный выход излучателей;
- срабатывание сигнализации при времени облучения, превышающем 5 мин;
- совпадение оптического (светового) и рентгеновского полей излучения;
- стабильность положения центрального луча рентгеновского излучения при изменении положений штатива и фокусного расстояния;
- усилие перемещения/удержания подвижных частей аппарата;
- оценка программы деления кассет в экраноснимочном устройстве;
- угол и глубина среза при томографии, время активности излучения при томографии;
- суммарная фильтрация рентгеновского излучения;
- качество изображения (размер, разрешающая способность, пороговый контраст, динамический диапазон,

- геометрические искажения изображения);
- выполнение вспомогательных функций (переключение рабочих полей, переход от негативного изображения к позитивному и др.);
 - работа системы стабилизации яркости, работа экспонометра;
 - неактивность фотолабораторного освещения;
 - стабильность термостата проявочной машины;
 - время проявления;
 - температура и длительность сушки пленки.
 - проверка качества индивидуальных рентгенозащитных средств визуальной оценкой при просвечивании рентгеновским излучением.

Методы контроля эксплуатационных параметров

Общими требованиями к методам и средствам контроля электрических и радиационных характеристик являются минимальная трудоемкость, максимальная оперативность и минимальная дозовая нагрузка на обслуживающий персонал. Если на первом уровне контроля возможна частичная разборка аппарата и вторжение в электрическую схему, то на втором и третьем (в условиях лечебного учреждения) - аппаратура контроля не должна нарушать условий электробезопасности и требовать разборки аппарата.

Второй и третий уровни контроля являются наиболее важными для потребителей рентгеновской диагностической аппаратуры. Третий уровень - предмет забот персонала рентгеновского кабинета совместно с работниками сервисной организации. Далее приведены некоторые методики контроля.

Точность выполнения уставок анодного напряжения следует контролировать специализированными приборами - радиационными киловольтметрами, например Mult-o-Meter (Unfors, Швеция), Barracuda или Piranha (RTI, Швеция), Nomex (Германия), отечественное устройство УКРЭХ на нескольких уставках напряжения, тока и длительности излучения. Для бо-

лее полного представления о работоспособности силовой части УРП рекомендуется делать измерения на не менее четырех уставках напряжения – от 50 до номинального значения и при каждом напряжении выполнить несколько экспозиций с разными сочетаниями тока и длительности излучения, например малый ток с малой длительностью, большой ток с малой длительностью, большой ток с большой длительностью. Устройства неконтактного (радиационного) метода определения анодного напряжения корректно работают при общей эквивалентной фильтрации тракта фокус трубки – приемник не менее 3 - 4 мм алюминия, поэтому при отсутствии диафрагмы и снятых дополнительных фильтрах в выходном окне излучателя показания устройств, особенно УКРЭХ, могут заметно отличаться от уставок.

Некоторые из перечисленных устройств обладают средствами определения также **анодного тока, длительности излучения и произведения тока на длительность излучения**. Для этих целей устройства снабжены токовыми клещами, которые закрепляются на одном из высоковольтных кабелей, идущих от УРП к излучателю. Следует иметь в виду, что токовые клещи точны при больших длительностях сигнала – не менее секунды.

В случае отсутствия указанных дорогостоящих радиационных устройств можно воспользоваться сочетанием токовых клещей с минимальным измеряемым током 10 мА (например АРРА 30R), фотодиодом и цифровым осциллографом. Фотодиод вставляется в закрытый металлический корпус для уменьшения шумов в сигнале, входное окно корпуса должно быть выполнено из тонкого алюминия для обеспечения электропроводности и малого препятствия для рентгеновского излучения. Датчик закрепляется на выходном окне диафрагмы. Как фотоэлектрический преобразователь, фотодиод, например ФД 263, под воздействием рентгеновских квантов, будет создавать электрический сигнал, амплитудно зависящий от интенсивности рентгеновского потока и формой, отражающей процесс формирования интенсивности потока во времени. При помощи циф-

рового осциллографа можно будет оценить длительность и форму импульса (**пульсации**) анодного напряжения. Если такую совокупность датчика и осциллографа прокалибровать на высокоточном рентгеновском аппарате при двух различных входных фильтрах (1мм алюминий и 0,5мм медь) и определить кривые зависимости уровня сигнала от уставок анодного напряжения, то путем двукратного измерения сигнала фотодиода с двумя разными фильтрами можно будет рассчитать анодное напряжение. Похожий принцип измерения используют все профессиональные радиационные киловольтметры, о которых сказано выше.

Воспроизводимость и линейность дозы следует контролировать дозиметром, например ДКС-1121 (Атомтех, Беларусь) или теми же универсальными радиационными приборами, о которых говорилось выше. Из десяти экспозиций разброс показаний дозиметра не должен превысить величину, указанную в паспорте аппарата. Нестабильность воспроизводимости дозы говорит о нарушениях в работе излучателя, силовой или процессорной части УРП, а при работе с экспонометром – еще и цепей оценки сигнала ионизационной камеры.

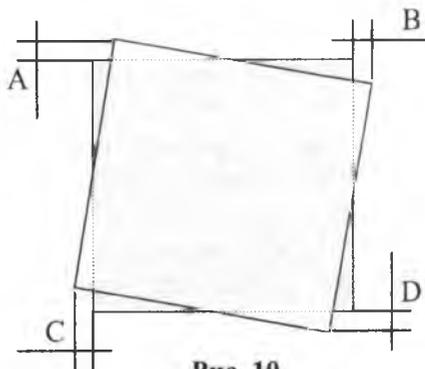


Рис. 10.
Рисунок 1

Проверка рентгеновского экспонометра в условиях ЛПУ заключается в рентгенографии водного фантома 250x250x100мм с контролем произведения тока на длительность излучения. Рентгенолаборант при установке условий экспозиции (80кВ, 100мА, 1с) выбирает длительность экспозиции заведомо большую, чем это требуется для исследуемого объекта (в данном случае - водного фантома). При снимке излучение проходит через объект исследования и камеру рентгеноэкспонометра. Когда доза прошедшего через камеру излучения достигнет заранее

выбранного значения, сигнал с блока рентгеноэкспонетра поступает на реле времени, которое отключает главную цепь. Таким образом, сигнал на окончание экспозиции вырабатывается рентгеноэкспонетром, а не блоком реле времени, если установка времени выбрана заведомо большей, чем ожидается. При различных сочетаниях включенных полей камеры экспонетра должны получаться близкие значения отсечки по мАс, разброс значений срабатываний по мАс во всех комбинациях включенности полей не должен превысить паспортное значение.

Радиационная защита кожуха излучателя должна быть таковой, чтобы при анодном напряжении 100 кВ и закрытом заглушкой со свинцовым эквивалентом 3 мм выходном окне излучателя измеренные мощности доз в точках, расположенных на поверхности сферы радиусом 1000 мм с центром в фокусном пятне и на расстоянии между ними не более 100 мм не превышали бы 0,35 мкГр/ч.

Радиационный выход излучателя необходимо контролировать всякий раз при ежеквартальном техническом обслуживании. Поскольку ресурс рентгеновской трубки неограничен, следует регулярно замерять мощность дозы или дозу в прямом пучке на расстоянии 1 метр от фокусного пятна при одном и том же токе и нескольких анодных напряжениях. Измерения желательно проводить одним и тем же дозиметром, чтобы не вводить себя и медперсонал в заблуждение о причинах изменения радиационного выхода излучателя. Постепенное падение радиационного выхода (дозы или мощности дозы) будет свидетельствовать о снижении ресурса трубки и увеличивающейся нагрузке на силовые части УРП. При падении этого показателя на 40% можно принимать решение о замене трубки на новую.

Совпадение светового и рентгеновского полей облучения также необходимо контролировать при ежеквартальном ТО, поскольку несовпадение полей напрямую влияет на качество снимков и связано с дополнительным риском переоблучения пациентов. Проверку совместимости светового и рентгеновского пучков проводить при фокусном расстоянии $F=1100$

мм в режиме снимка в соответствии с ГОСТ Р 50267.0.3. Поместить заряженную кассету 24×30 см в кассетодержатель, поместить на деку рентгеноконтрастную пластину 200×200 мм из любого металла толщиной не менее 2 мм. Шторками диафрагмы сформировать световое поле так, чтобы полностью осветить металлическую пластину с равномерным световым зазором по периметру пластины в 3 мм. Выполнить снимок, получить и оценить изображение (рис. 10). Результат считать положительным, если суммы зазоров несоответствий по обоим осям не превышают 2 % F, т.е. $(A+D) < 20$ мм и $(B+C) < 20$ мм.

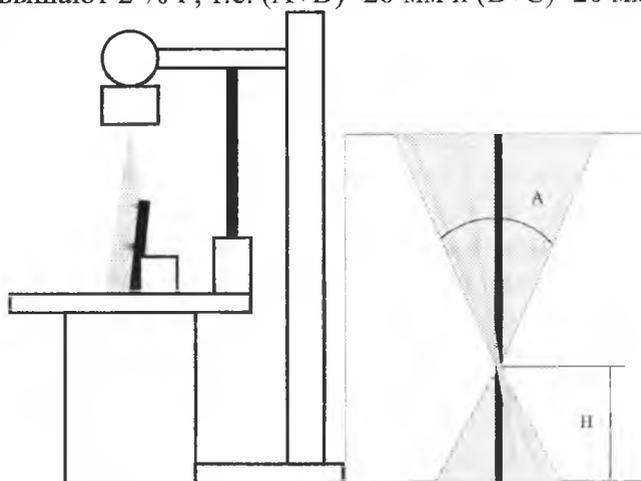


Рис. 11.

Контроль томографических функций стола снимков с томо-приставкой осуществляется в три этапа. Сначала следует измерить реальный угол излучения и оценить его симметричность относительно вертикали. Наибольшей наглядностью обладает метод томографического снимка на кассету, установленную практически под прямым углом к плоскости деки стола снимков (рис. 11). Кассету 24×30 см установить вертикально большей стороной под углом, близким 90^0 к плоскости стола, оперев ее на какой-либо предмет, например, коробку. При угле ровно 90^0 результата не получить,

поскольку излучение не попадет на пленку, с другой стороны, угол заметно меньший 90^0 приведет к искажению формы «рюмки», которую можно будет увидеть на проявленном снимке. Ошибка в оценке угла A и истинной высоты томографического среза H примерно равна косинусу угла наклона кассеты к деке стола. После установки кассеты необходимо спроецировать на нее узкий луч светового центриатора так, чтобы он проходил сверху вниз по всей высоте кассеты по средней линии (рис. 11 – черная линия на

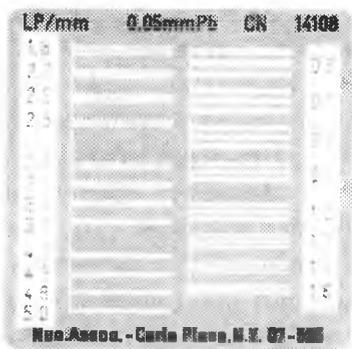


Рис. 12.

кассете). Далее выполняется томографический снимок сначала на максимальном угле и наименьшей скорости. На рисунке 11 показан результат проявления снимка. Здесь A – реальный томографический угол по излучению, он должен совпадать с углом, указанным на органе управления томо-функциями, а высота H равняться установленному на томо-приставке значению. Контрастные, более темные, чем остальная часть «рюмки», полосы в левом полусегменте снимка указывают на локальные задержки движения колонны при ее ходе от стартовой позиции к финальной. В тех местах, где образуется задержка движения, образуется затемнение, поскольку излучение в таких местах длится больше. По снимку «рюмки» можно также определить симметричность угла, т.е. равенство левого и правого полусегментов. В противном случае необходимо отрегулировать время включения и выключения излучения при томографии.

Размер рабочего поля

Размер рабочего поля определяется по изображению фантома (тест-объекта), расположенного на приемнике. Фантом представляет собой рентгенопрозрачную пластину с контрастными линиями, описывающими квадраты размерами $400*400$

мм и 360*360 мм. Изображение на экране монитора РДА должно точно вписываться в заданный квадрат. Оценку характеристик УРИ по выходному изображению проводят визуально.

Дисторсия определяется по снимку квадратного металлического листа размерами 200х200мм. Численно дисторсия равна $H = 100\% * (\sqrt{L-A})/A$, где L и A соответственно диагональ и сторона квадрата изображения листа.

Пространственное разрешение

Проверку предела пространственного разрешения проводят при анодном напряжении и длительности экспозиции, обеспечивающих наилучшую видимость миры пространственного разрешения, ориентировочно $U_a=50$ кВ, количество электричества 2 мАс. Мира имеет размеры 50*50 мм с группами из трех рентгеноконтрастных полос с разрешением от 0.6 до 5.0 пар линий / мм (рис. 12). Пространственное разрешение РДА определяется по группе, на которой независимые наблюдатели (желательно не менее 3-х человек) еще отчетливо различают штрихи. Для цифровых флюорографов этот параметр не ниже 1.4 пар линий на миллиметр.

При определении полученного пространственного разрешения на экране монитора используется программа обработки изображения, если используется цифровой приемник. Проверку предела низкоконтрастного пространственного разрешения проводят при анодном напряжении 70 кВ и длительности экспозиции, обеспечивающих наилучшую видимость миры пространственного разрешения за фильтром 20 мм Al.

Контрастная чувствительность

Контрастная чувствительность определяется по изображению фантома, расположенного на приемнике, при анодном напряжении рентгеновского излучателя 70-75 KV, и фильтре, эквивалентному человеческому телу (20 мм Al), расположенном в 30 см от фокуса. Фантом имеет 6 дисков, толщина которых при заданных условиях излучения обеспечивает контраст изображения дискретно 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 3% и 4%. Контрастная чувствительность РДА определяется по диску с минимальным контрастом, который независимые наблюдатели (желательно не

менее 3-х человек) еще отчетливо различают на экране монитора УРИ или АРМ. В связи с совершенствованием цифровых приемников, для современных аппаратов можно применять более точный фантом - с большей дискретностью, от 0.5 до 2%.

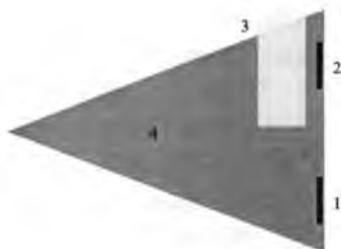


Рис. 13.

Для УРИ 1-3 классов данная величина не должна превышать 2 %. Следует отметить, что параметры, приведенные в ГОСТ 26141-84, являются **минимально** допустимыми, поэтому необходима оценка параметров УРИ на соответствие техническим требованиям фирм-производителей. Для оценки этих трех параметров существуют устоявшиеся общепринятые методики измерения. Для оценки динамического диапазона существуют несколько разных методик измерения.

Измерение динамического диапазона

Одним из основных преимуществ цифровых приемников перед пленочными является их широкий динамический диапазон. Динамический диапазон рентгеновских приемников определяют как отношение максимальной и минимальной интенсивностей в рентгеновском изображении, при котором на каждом из уровней интенсивности еще различаются крупные детали 5% контраста. Динамический диапазон рентгенографических комплектов экран-пленка равен в лучшем случае 30 - 40 при достаточно строго фиксированной экспозиции. Этого диапазона недостаточно для того, чтобы на одном рентгеновском снимке при одной и той же экспозиции увидеть одновременно мягкие и плотные ткани с одинаковым контрастом. Поэтому пленка не может передать максимальный контраст изображения, что приводит к потере градаций в мягких или плотных тканях. Если эти градации существенны для диагноза, то необходимо делать дополнительные снимки. Так как для рентгенографического комплекта оптимальная экспозиционная доза строго фиксирована, то при передержке или недодержке экспозиции получаются

бракованные снимки, что влечет за собой необходимость повторной съемки.

В общей рентгенологии на пленочных аппаратах применяются рентгенографические комплекты с чувствительностью 100, 200, 400, 800, 1000 (по международной классификации), что соответствует экспозиционным дозам приблизительно от 1 мР до 100 мкР соответственно. Такой набор рентгенографических комплектов определяется разными требованиями к детальности снимков различных органов. Чем ниже чувствительность рентгенографического комплекта, тем выше его разрешающая способность и контрастная чувствительность и наоборот. Все вместе рентгенографические комплекты, каждый из которых имеет динамический диапазон 30, перекрывают динамический диапазон в 320 раз.

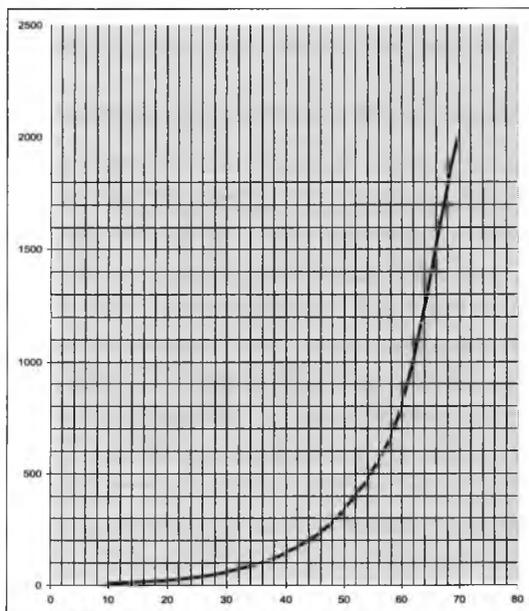


Рис. 14. Определение динамического диапазона.

Чтобы перекрыть суммарный динамический диапазон пленочных аппаратов с полным набором рентгенографических комплектов, динамический диапазон цифровых приемников

должен превосходить суммарный диапазон рентгенографических комплектов, т. е. быть немного более 320. Дальнейшее расширение динамического диапазона вряд ли целесообразно по двум причинам. Величину дозы, которая задает границу динамического диапазона снизу, определяют шумы. Эксперименты показывают, что различить крупную деталь 5% контраста на фоне шумов, включающих шум входного рентгеновского потока, шум рассеянного излучения и аддитивный шум приемника, можно с вероятностью, близкой к 1, если доза на входе приемника не менее 5 мкР. Верхняя граница динамического диапазона определяется допустимой дозой на снимке. По общепринятым нормам она не может быть более 2 мР. Таким образом, динамический диапазон в 500 раз является предельной величиной.

Практические измерения динамического диапазона осуществляются при напряжении на трубке 70-75 кВ. На входе приемника изображения (кассеты, УРИ, экран снимочной камеры и т.п.) устанавливаются алюминиевые круги, соответствующие 5% контрасту (поз. 1 и 2 на рисунке 12). На прямом потоке (1) толщина алюминия должна быть 0,2 мм при условии общей фильтрации в излучателе и диафрагме 4 мм, толщина второй пластины (2) за наборным фильтром (3) должна быть 0,6 мм. Далее производятся снимки или включается рентгеноскопия (поток излучения 4 должен засвечивать всю входную поверхность приемника) и устанавливается максимальная доза или мощность дозы (путем регулировки тока), при которой тест 5% контраста еще виден в области прямого потока. Начиная с какой-то величины интенсивности излучения приемник изображения перестает различать контрастный объект – алюминиевую пластину 0,2 мм. После определения тех режимов излучения, при которых контраст (1) еще различим, подбирается толщина наборного фильтра (3) до такой степени, чтобы различался тест 5% контраста (2). Для этого контрастного объекта ситуация обратная – для его различения на фоне толстого дополнительного фильтра (3) может не хватить интенсивности излучения, и приемник изображения не различит его в силу уже недостаточности сигнала. В сущности, динамический диапазон отражает

максимальное соотношение между интенсивностями излучения на прямом потоке и за дополнительным фильтром. Исходя из полученной максимальной толщины наборного алюминиевого фильтра по приведенному графику (рис. 14) определяется динамический диапазон.

Разработан тест-объект для определения динамического диапазона, который имеет 5 полей с различными уровнями поглощения рентгеновского излучения (одно поле расположено в центре фантома и четыре по краям). Центральное поле имеет минимальный уровень поглощения, а поля, расположенные по краям, больший уровень по возрастанию. На каждом из 5 полей закреплена алюминиевая деталь толщиной, соответствующей 5% контрасту. Отношение уровня излучения за каждым полем к уровню излучения за центральным полем подобрано таким образом, чтобы составлять величину – 50, 100, 200, 400. Эти значения по определению равны динамическому диапазону, соответствующему каждому крайнему полю. Далее независимые наблюдатели (желательно не менее 3-х человек) определяют количество полей, на которых различаются алюминиевые тесты. В качестве принятого значения измерения берется поле, на котором еще различается тест с 5% контрастом. Естественно, что может быть изготовлен тест-объект с большим количеством «крайних» полей. В таком случае динамический диапазон может определяться с меньшим шагом и с большим диапазоном.

Контроль функционирования тормозов выполняют с помощью динамометра (пружинного безмена) измерением усилия перемещения излучателя на 2-м рабочем месте при выключенных тормозах (не более 40 Н) и при включенных тормозах (не менее 150 Н). Дополнительно оценивают уравновешенность излучателя на колонне снимков. При выключенных тормозах разность усилий его перемещения вверх и вниз должна быть не более 40 Н.

Контроль работы программы деления кассет в экраноснимочном устройстве (ЭСУ) заключается в проверке позиционирования кассет, в том числе при выполнении программы деления кассет на 2, 4, 6 снимков. В центре входного поля ЭСУ на

стороне, обращенной к трубке, закрепляют рентгеноконтрастную метку любого типа. При 50 кВ, 5 мАс делают снимок, выдвигают кассету и снова ее вставляют, повторяют снимок при тех же условиях. По совмещению двух изображений рентгеноконтрастной метки судят о точности механической системы позиционирования кассеты. Оценку программы деления кассет осуществляют путем выполнения соответствующего количества снимков метки на одну кассету и по отсутствию перекрытия соседних полей (снимков). Обычно указанную проверку совмещают с проверкой экспонометра.

Контроль неактивности фотолабораторного освещения сводится к выявлению нечувствительности к нему фотографических эмульсий.

Контроль функционирования оборудования фотолабораторий

проводят с целью сохранения постоянства фотохимической обработки рентгеновских пленок.

Работу сушильного шкафа оценивают по длительности пробной сушки пленки и по температуре, измеренной с помощью воздушного термометра. Полученные данные сравнивают с паспортными на сушильный шкаф.

Определение качества растворов осуществляют в случае сомнений в свежести фоторастворов. С помощью универсальной индикаторной бумаги оценивают величину рН, которая при использовании отечественных фотохимикатов должна составлять 10 - 11 для проявляющего раствора и 4,5 - 6,5 - для фиксажного.

Оценка качества рентгеновской и флюорографической пленок. Проверку рентгенографической пленки в условиях медицинского учреждения можно провести с помощью сенситометрического клина, разработанного в РНЦРР Минздрава РФ

Раздел 13. Требования безопасности при эксплуатации рентгеновской техники

1. Общие требования безопасности

1.1. Действующий рентгенодиагностический кабинет (далее по тексту «кабинет») должен иметь санитарный паспорт, дающий право на его эксплуатацию.

1.2. К работе в кабинете допускаются лица в возрасте не моложе 18 лет, имеющие законченное медицинское образование, прошедшие специальную подготовку, в том числе на II группу электробезопасности, и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья.

1.3. Допуск персонала к работе оформляется приказом по учреждению с отнесением персонала к категории «А».

1.4. Персонал кабинета должен проходить обязательный медицинский осмотр при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры не реже одного раза в 12 месяцев.

1.5. Женщины должны освобождаться от непосредственной работы в кабинете на весь период беременности с момента ее медицинского подтверждения.

Все, вновь поступившие на работу в кабинет, а также лица, направленные на выполнение работ в отдельные периоды времени, должны пройти вводный инструктаж у инженера по охране труда. Результаты инструктажа фиксируются в журнале регистрации вводного инструктажа по охране труда.

После этого производится окончательное оформление вновь поступающего работника и направление его к месту работы.

Каждый вновь принятый на работу в кабинет должен пройти первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте. Все работники кабинета проходят повторный инструктаж не реже одного раза в 6 месяцев. Результаты инструктажа фиксируются в журнале инструктажа на рабочем месте.

1.6. При поступлении на работу и периодически не реже одного раза в 12 месяцев должна проводиться проверка знаний

персонала кабинета по радиационной безопасности по программе, утвержденной главным врачом.

1.7. Персонал кабинета обязан соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, режимы труда и отдыха.

1.8. При эксплуатации кабинетов возможно воздействие на работающих следующих опасных и вредных производственных факторов:

- повышенный уровень ионизирующего излучения;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека;
- повышенный уровень шума, создаваемый электрическими приводами, воздушными вентиляторами и другой аппаратурой.

1.9. Для планирования мероприятий по радиационной защите на каждый рентгеновский аппарат должны быть установлены контрольные уровни по мощности дозы излучения, согласованные с органами санитарного надзора.

1.10. Персонал кабинета обязан применять коллективные средства защиты (ширмы) и индивидуальные средства защиты (фартук, юбка, перчатки и т.п.) во время работы в сфере ионизирующего излучения. Средства защиты из просвинцованной резины, не имеющие лакировочного покрытия, должны быть помещены в чехлы из пленочных материалов. Под перчатки из просвинцованной резины необходимо надевать хлопчатобумажные перчатки для защиты рук от свинцесодержащего материала. Защитные свойства подлежат проверке на свинцовый эквивалент не реже одного раза в два года, а также при нарушении их целостности.

Средства защиты не должны иметь повреждений.

Персонал кабинета должен носить в течение всего рабочего дня индивидуальный дозиметр..

Персонал учреждения и родственники, помогающие персоналу кабинета при проведении исследований детей дошкольного возраста, должны быть снабжены индивидуальными средствами защиты.

1.11. Персонал кабинета обязан:

- руководствоваться в работе своими должностными инструкциями, не допускать отклонений от технологического процесса работы с источниками излучения; — знать и выполнять требования настоящей инструкции и инструкций заводов-изготовителей на оборудование, установленное в кабинете;

- владеть приемами оказания первой медицинской помощи, знать место нахождения аптеки;

- выполнять правила личной гигиены и содержать в чистоте рабочее место;

- знать правила пожарной безопасности и места расположения средств пожаротушения.

О каждом несчастном случае, связанном с производством, пострадавший или очевидец несчастного случая обязан немедленно известить руководителя кабинета. Руководитель кабинета должен организовать первую помощь пострадавшему, доставку его в лечебное учреждение, сообщить об этом главному врачу и инженеру по охране труда. Для расследования несчастного случая необходимо сохранить обстановку на рабочем месте и состояние оборудования таким, каким оно было в момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью окружающих работников и не приведет к аварии.

1.12. Лица, допустившие нарушение инструкции по охране труда, подвергаются дисциплинарному взысканию в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и, при необходимости, внеочередной проверке знаний норм и правил охраны труда.

2. Требования безопасности перед началом работы

2.1. Персонал кабинета должен надеть санитарную одежду (халат, шапочку), при необходимости другие средства индивидуальной защиты; при работе в рентгенооперационной - марлевую повязку и бахилы, проверить наличие индивидуального дозиметра.

2.2. Персонал кабинета, работающий во время исследования

в процедурной, должен надевать прорезиненный фартук.

2.3. Для защиты рук врача при пальпации под контролем экрана необходимо: — проводить исследования только в защитных перчатках;

- максимально диафрагмировать поле излучения;
- сокращать длительность нахождения рук под облучением;
- применять дистанционные инструменты (дистинкторы).

2.4. Рентгенлаборант должен подготовить кабинет к безопасной работе:

- проверить функционирование рентгеновского аппарата, системы коррекции сетевого напряжения; режим подготовки к снимку на всех рабочих местах; режим снимка при 50-процентной нагрузке рентгеновского излучателя; кассеты, сменщик пленок, иньектор и т.п.;

- освободить от посторонних предметов пути перемещения пациента и персонала, приготовить защитную ширму;

- проверить и подготовить к работе вспомогательное оборудование, приборы и инструменты;

- проверить сигнализацию, адаптационное освещение и средства связи;

- проверить визуально исправность заземляющих проводов;

- проверить исправность средств радиационной защиты, дверей, смотровых окон, ставен, ширм, фартуков, печаток;

- убедиться в исправности работы вентиляционной системы;

- сообщить врачу-рентгенологу или руководителю кабинета о замеченных неисправностях и не приступать к работе без их устранения, сделав соответствующие отметки в контрольно-техническом журнале.

3. Требования безопасности во время работы

3.1. Врач-рентгенолог обязан:

- соблюдать темновую адаптацию не менее 5 минут при

рентгеноскопии в кабинетах с аппаратами без усилителей рентгеновского изображения;

- соблюдать длительность перерывов между включениями высокого напряжения согласно паспорту аппарата;

- следить за выбором оптимальных физико-технических условий исследования (анодным током, экспозицией, фильтрацией, диафрагмированием);

- проводить пальпацию рукой только в защитной перчатке;

- следить, чтобы трахоскопические исследования проводились персоналом стоя, с надетым защитным фартуком (юбочкой), при этом подэкранный фартук был подвешен на раму экраноснимочного устройства со стороны врача.

3.2. Рентгенлаборант обязан:

- следить за показаниями приборов на пульте управления аппарата, включать и выключать аппарат только по указанию врача (за исключением аварийных ситуаций);

- не оставлять включенным аппарат без надзора и не поручать надзор лицам, не имеющим права работы на аппарате.

3.3. Рентгенлаборант не должен обслуживать два и более одновременно работающих аппарата, расположенных в различных процедурных, даже тогда, когда они обслуживаются из одной пультовой. Во время проведения просвечивания лаборант имеет право включать и выключать рентгеновский аппарат только по указанию врача.

3.4. При исследованиях детей младшего возраста должны применяться специальные приспособления для поддержания их за экраном, исключающие необходимость в помощи персонала. В исключительном случае поддержание детей может быть выполнено родственниками ребенка, предварительно проинструктированными и снабженными средствами индивидуальной защиты от излучения.

3.5. При эксплуатации кабинета запрещается:

- эксплуатировать кабинет без санитарного паспорта;
- использовать рентгеновский излучатель со снятыми фильтрами, диафрагмой;
- проводить исследования при наличии в процедурной посторонних лиц, не участвующих в исследовании.
- использовать рентгеновскую аппаратуру не по прямому назначению;
- работать на неисправном аппарате, с неисправными приспособлениями, приборами и инструментами и сигнализацией;
- пользоваться поврежденными или с истекшим сроком годности средствами индивидуальной защиты;
- пользоваться неисправными электрическими розетками и вилками;
- подавать на аппарат нагрузки, не предусмотренные паспортными данными аппарата;
- оставлять без присмотра под напряжением оборудование кабинета;
- хранить вату, спирт и другие легко воспламеняющиеся вещества вблизи электронагревательных приборов;
- пользоваться открытым огнем, хранить снимки и обрезки пленок в открытом виде, складывать пленки вблизи окон, электроламп и приборов отопления;
- принимать пищу, пользоваться косметикой и курить в рабочих помещениях.

4. Требования безопасности при аварийных ситуациях

4.1. При аварии персонал должен отключить главный сетевой рубильник кабинета и далее поступать в зависимости от ситуации:

- при возникновении пожара эвакуировать больного, вызвать пожарную команду и сообщить руководителю кабинета (до прибытия и встречи команды загорание ликвидируется первичными средствами пожаротушения);
- при прочих аварийных ситуациях (коротком замыкании, обрыве цепи, повреждении радиационной защиты аппарата, по-

ломках коммуникационных систем водоснабжения, канализации, отопления и вентиляции) препятствующих выполнению технологических операций, сообщить руководителю кабинета, прекратить работу до ликвидации аварии, эвакуировать больного и вызвать соответствующие ремонтные службы.

4.2. При поражении человека электрическим током оказать первую медицинскую помощь согласно инструкции по оказанию первой помощи пострадавшим от электрического тока.

4.3. При попадании человека под движущиеся элементы аппаратуры или оборудования освободить пострадавшего и оказать первую медицинскую помощь.

4.4. При прекращении подачи электроэнергии или при появлении запаха гари персонал должен отключить аппаратуру и электроприборы, при отсутствии естественного освещения включить аварийное и эвакуировать больного из кабинета.

5. Требования безопасности по окончании работы

5.1. Персонал кабинета должен:

- привести в порядок свое рабочее место;
- снять защитную и санитарную одежду, убрать ее в предназначенное место;
- тщательно вымыть руки теплой водой с мылом.

5.2. Рентгенлаборант должен:

- установить ручки управления аппарата в исходное положение и выключить сетевой рубильник;
- выключить электроприборы и освещение;
- записать в контрольно-технический журнал (сообщить рентгенотехнику) о всех неисправностях аппаратуры, замеченных во время работы.

5.3. Санитарка обязана осуществлять влажную уборку всех помещений ежедневно. Полы помещения рентгеновского кабинета моются только после окончания работы.

По окончании работы должна быть проведена влажная дезинфекция элементов и принадлежностей рентгеновского аппарата, с которыми соприкасаются пациенты при исследованиях. Электроснабжение рентгеновского аппарата во время

уборки помещение должно быть отключено. Периодически, не реже одного раза в месяц, должна проводиться полная уборка с мытьем стен, полов, дверей, подоконников, внутренней стороны окон.

5.4. Старшая медицинская сестра должна проконтролировать состояние рабочих мест и отключить вентиляцию.

5.5. Руководитель подразделения должен проверить правильность ведения всей учетно-отчетной документации.

6. Устройство для контроля радиационных и электрических характеристик рентгеновских аппаратов

Устройство УКРЭХ обеспечивает оперативное измерение основных электрических и радиационных параметров рентгенодиагностических аппаратов.

Контроль осуществляется бесконтактным способом по рентгеновскому излучению. Устройство состоит из блока полупроводниковых детекторов рентгеновского излучения, операционных усилителей, многоканального аналого-цифрового преобразователя, микроконтроллера, 4-х разрядного жидкокристаллического цифрового индикатора с драйвером, батареи «Крона» с линейным стабилизатором +5В.

Технические характеристики УКРЭХ

1. Контроль следующих величин:

- анодное напряжение на рентген трубке в диапазоне от 40 кВ до 125 кВ с погрешностью измерения не более $\pm 5\%$;
- времени экспозиции в диапазоне от 10 мс до 5 с с погрешностью измерения не более $\pm 5\%$;
- мощности экспозиционной дозы рентгеновского излучения в диапазоне от 6 Р/мин до 200 Р/мин с погрешностью измерения не более $\pm 20\%$;

2. Устройство должно сохранять свои характеристики при питании от батареи напряжением 9В 30%.

3. Потребляемая мощность не более 0,2 Вт.

4. Время готовности устройства к работе 30с.

5. Вес устройства не более 1 кг.

Габариты устройства: 106x94x57 мм.

Дозиметр рентгеновского и гамма-излучения ДКС-АТ1123

Описание:

- * Измерение мощности амбиентного эквивалента дозы $H^*(10)$ непрерывного излучения;
- * Измерение средней мощности амбиентного эквивалента дозы $H^*(10)$ импульсного излучения;
- * Измерение амбиентного эквивалента дозы $H^*(10)$ непрерывного и импульсного излучения.
- * автоматическое запоминание максимального текущего значения мощности дозы;
- * измерение мощности дозы в импульсе;
- * измерение дозы и средней мощности дозы импульсного излучения;
- * измерение длительности воздействия импульсного излучения;
- * система встроенной светодиодной стабилизации измерительного тракта;
- * установка пороговых уровней по дозе и мощности дозы;
- * звуковая и визуальная индикация превышения порогового уровня;
- * запись и хранение в памяти дозиметра результатов измерений;
- * возможность дистанционных измерений с помощью выносного пульта;
- * возможность стационарного размещения и использование в качестве дозиметра сигнализатора с дистанционным управлением;
- * интерфейс RS-232.

Технические характеристики:

Тип детектора	полистирол с добавками тяжелых металлов
Размеры детектора	Ø 30x15мм
Минимальная длительность кратковременно действующего излучения	0.03 сек
Минимальная длительность импульсного излучения при мощности дозы в импульсе до 1,3 Зв/с	только для ДКС-АТ1123 10 нс
Диапазон измерений:	
• мощности дозы $H^*(10)$ непрерывного излучения	0,05 мкЗв/ч – 10,0 Зв/ч
• средней мощности эквивалентной $H^*(10)$ дозы импульсного излучения	только для ДКС-АТ1123 1,0 мкЗв/ч – 10,0 Зв/ч
• дозы $H^*(10)$ непрерывного и импульсного излучения	0,05 мкЗв – 10,0 Зв
Диапазон энергий	0,015 – 10 МэВ
Основная погрешность измерения	±15 %
Энергетическая зависимость (отн. 137Cs)	
• в диапазоне энергий 15 кэВ - 60 кэВ	±35 %
• в диапазоне энергий 60 кэВ - 3 МэВ	±25 %
• в диапазоне энергий 3 МэВ – 10МэВ	±50 %
Зависимость чувствительности дозиметра от угла падения излучения в интервале углов ±90°:	
• для энергии 662 кэВ	не более 5 %
• для энергии 60 кэВ	не более 20 %
• для энергии 22 кэВ	не более 30 %
Чувствительность по Cs137	100 имп·с-1/мкЗв·ч-1
Диапазон рабочих температур	-30 - +40°С
Питание	• встроенный блок аккумуляторов 6В; • сеть переменного тока 220В,50Гц;

- сеть постоянного тока 12В.

Время непрерывной работы:	
от сети переменного или постоянного тока	24 часа
от аккумуляторов	12 часов
Габаритные размеры и масса:	
дозиметр	233x85x67мм, 0,8кг
пульт дистанционного управления	165x85x35мм, 0,3кг

Контрольные вопросы к Главе 2.

Вопрос № 1. Какие из перечисленных аппаратов используются для рентгеновской диагностики:

ОТВЕТЫ:

1. флюорографы;
- 2 маммографы;
- 3 УЗИ;
- 4 магнито-резонансные томографы;
- 5 аппараты для костной денситометрии.

Вопрос № 2. Какие из перечисленных устройств являются компонентами РДА на три рабочих места:

ОТВЕТЫ:

1. моноблочный излучатель;
- 2 флюорографическая камера;
- 3 УРИ;
- 4 универсальный телеуправляемый стол-штатив;
- 5 стойка снимков.

Вопрос № 3. Каково максимальное напряжение на рентгеновской трубке, используемой в РДА:

ОТВЕТЫ:

1. 220 В;
2. 380 В;
3. 1000 В;
4. 40000 В;
5. 150000 В.

Вопрос № 4. Каков максимальный ток рентгеновской трубки, используемой в РДА:

ОТВЕТЫ:

1. 1 мА;
2. 10 мА;
3. 100 мА;
4. 1 А;
5. 10 А.

Вопрос № 5. Каков максимальный угол качания при проведении линейной томографии на РДА:

ОТВЕТЫ:

1. 5 град.;
2. 10 град.;
3. 20 град.;
4. 45 град.;
5. 60 град.

Вопрос № 6. Кем должен проводиться КТС перед использованием РДА:

ОТВЕТЫ:

1. главным врачом ЛПУ;
2. персоналом, работающим с РДА;
3. специалистом обслуживающей организации;
4. специалистом предприятия-изготовителя РДА.

Вопрос № 7. В каких случаях проводится текущий КТС РДА:

ОТВЕТЫ:

1. при передаче РДА из одного ЛПУ в другое;
2. при демонтаже РДА;
3. при списании РДА;
4. при длительном хранении на складе.

Вопрос № 8. Какие мероприятия проводятся при плановом ТО:

ОТВЕТЫ:

1. калибровка рентгеновского генератора;
2. удаление следов коррозии и загрязнений;
3. дозаправка расходными материалами компонентов РДА;
4. подводка электрического заземления.

Вопрос № 9. Чем определяется периодичность планового ТО:

ОТВЕТЫ:

1. Законом об обязательном медицинском страховании;
2. требованием главного врача ЛПУ;
3. требованием ОГСЭС;
4. требованием эксплуатационной документации.

Вопрос № 10. Какие условия необходимы для начала монтажа РДА:

ОТВЕТЫ:

1. наличие удостоверений по 5ой группе электробезопасности у монтажников;
2. проведение инструктажа по охране труда;
3. проведение инструктажа медперсонала по использованию РДА;
4. наличие в кабинете всех инженерных коммуникаций.

Вопрос № 11. Основные задачи СО:

ОТВЕТЫ:

1. разработка новой аппаратуры для медицинской диагностики;
2. проведение технического обслуживания;
3. проведение ремонтов РДА;
4. проведение дозиметрического контроля рентгеновских кабинетов.

Вопрос № 12. Чем определяется структура сервисной организации:

ОТВЕТЫ:

1. Законом об обязательном медицинском страховании;
2. требованием главного врача ЛПУ;
3. требованием ОГСЭС;
4. задачами и целями сервисной организации.

Вопрос № 13. Чем определяется необходимая численность технического персонала СО:

ОТВЕТЫ:

1. требованиями СанПиН;
2. числом РДА, находящихся на обслуживании СО;
3. продолжительностью мероприятий по ТО;
4. численностью жителей населенного пункта.

Вопрос № 14. Когда проводится периодический контроль эксплуатационных параметров РДА:

ОТВЕТЫ:

1. при вводе в эксплуатацию в ЛПУ;
2. перед списанием РДА;
3. после ремонта;
4. при смене заведующего рентгеновским отделением.

Вопрос № 15. Какие параметры РДА подлежат обязательному периодическому контролю:

ОТВЕТЫ:

1. точность выполнения уставок анодного напряжения;

2. точность уставок длительности экспозиции;
3. работа экспонометра в режиме рентгеноскопии;
4. работа УРИ в режиме рентгенографии.

Вопрос № 16. Какие средства необходимы для проверки работы экспонометров:

ОТВЕТЫ:

1. токовые клещи;
2. тест динамического диапазона;
3. водный фантом;
4. мультиметр.

Вопрос № 17. Какие средства необходимы для измерения радиационного выхода излучателя:

ОТВЕТЫ:

1. линейка;
2. осциллограф;
3. дозиметр;
4. денситометр.

Вопрос № 18. При каком анодном напряжении следует измерять контрастную чувствительность:

ОТВЕТЫ:

1. 40 кВ;
2. 70 кВ;
3. 100 кВ;
4. 125 кВ.

Вопрос № 19. Толщина AL-пластины за наборным фильтром для геста динамического диапазона:

ОТВЕТЫ:

1. 0,2 мм;
2. 0,3 мм;
3. 0,5 мм;
4. 0,6 мм.

Вопрос № 20. При каком фокусном расстоянии следует проводить тест совмещения полей облучения:

ОТВЕТЫ:

1. 80 см;
2. 100 см;
3. 110 см;
4. 120 см.

Глава 3. Приборы, аппараты и оборудование для томографии

В последние годы целый ряд медицинских направлений уже трудно представить без применения методов и технических средств визуализации органов и тканей, к которым относятся рентгеновские компьютерные томографы, магниторезонансные томографы, ультразвуковые томографы. Вместе с тем работа с этими сложными системами требует тщательного соблюдения техники безопасности и метрологического обеспечения, что является основной составляющей частью данного курса.

Раздел 1. Магнитно-резонансная томография (ядерно-магнитная резонансная томография, МРТ)



Информативный, безопасный, неинвазивный метод диагностики, позволяющий получить с высокой разрешающей способностью изображения органов и систем, сосудистых структур в различных плоскостях, с использованием трехмерных реконструкций [16].

Магнитно-резонансная томография

Магнитно-резонансная томография (МРТ) – метод лучевой диагностики, основанный на получении послойных изображений тела с помощью явления ядерного магнитного резонанса (ЯМР).

За последние годы МРТ, во многих клинических областях, стала одним из ведущих методов лучевой диагностики. С 70-х годов, когда принципы ЯМР впервые стали использоваться для исследования человеческого тела, до сегодняшних дней, этот метод медицинской визуализации неизменно изменился и продолжает быстро развиваться. Совершенствуется техниче-

ское оснащение, программное обеспечение, развиваются методики получения изображений, разрабатываются специальные контрастные препараты. Все это позволяет постоянно находить новые сферы применения МРТ. Если сначала область ее использования ограничивалось лишь исследованиями центральной нервной системы, то сейчас она с успехом применяется и в других областях медицины.

Появление МРТ стало возможным после ряда открытий, сделанных учеными-физиками. В 1946 г двое исследователей из США - Феликс Блох и Эдвард М. Пурселл описали физико-химическое явление, основанное на магнитных свойствах некоторых ядер периодической системы Менделеева. Оно получило название «ядерный магнитный резонанс» (ЯМР). В 1952 г за это открытие оба ученых получили Нобелевскую премию по физике. Имеются сообщения, что известный советский физик Е.К.Завойский (1907-1976), работавший в Казани и открывший электронный парамагнитный резонанс (1944), в своих экспериментах в 1940-1941 гг. получил также и сигнал ЯМР. Но, из-за несовершенства используемого оборудования и ограничений в финансировании, ему не удалось развить это направление и в дальнейшем он занялся другими областями физики. Из-за политических обстоятельств (шла Вторая мировая война) и отсутствия публикаций в западной научной литературе этот период работы Е.К.Завойского лишь недавно получил должное признание в мире.

Феномен ЯМР в течение долгого времени использовался физиками, химиками и биологами. На его основе была создана методика **магнитно-резонансной спектроскопии (МРС)**, позволяющая оценивать *in vivo* и *in vitro* концентрации различных веществ в органах и тканях. Однако в те годы исследователям не удавалось локализовать сигнал ЯМР в пространстве, из-за чего получение изображений было невозможным.

В 1971 г. физик Поль Лаутербур из Нью-Йоркского государственного университета (США), предложил методику пространственной локализации МР-сигнала, основанную на использовании слабых градиентных магнитных полей и метода

восстановления изображений по обратным проекциям, который уже использовался в КТ. На получение первого изображения ушло 4 часа 45 мин. Через год были получены первые томограммы животных и человека.

Всего 8 лет потребовалось для появления в клинике первых МР-томографов для исследования всего тела (1980 г). После включения ЯМР в число методов лучевой диагностики, прилагательное "ядерный" было исключено, чтобы оно не ассоциировалось у населения с ядерным оружием или ядерными электростанциями, с которыми ЯМР не имеет ничего общего. Поэтому в наши дни в медицинской практике используется термин «магнитно-резонансная томография» (МРТ).

В краткой форме принципы получения изображений при МРТ выглядят следующим образом.

ЯМР - это физическое явление, основанное на свойствах некоторых атомных ядер, помещенных в магнитном поле, поглощать внешнюю энергию в радиочастотном (РЧ) диапазоне и излучать ее после прекращения воздействия радиочастотного импульса. При этом напряженность постоянного магнитного поля и частота радиочастотного импульса должны строго соответствовать друг другу.

Наиболее интересными для магнитно-резонансной томографии являются ядра ^1H , ^{13}C , ^{19}F , ^{23}Na и ^{31}P . Все они присутствуют в теле человека, но протоны (^1H) наиболее распространены, потому что двумя основными компонентами тканей живых существ являются вода, жир, углеводы и другие биохимические соединения, содержащие водород. Все они обладают магнитными свойствами, что отличает их от немагнитных изотопов. МРТ использует тот факт, что ядра водорода (протоны) можно представить как маленькие элементарные магниты (диполи), имеющие два полюса. Каждый протон, вращаясь вокруг собственной оси, обладает небольшим магнитным моментом (вектором намагниченности). Это обусловлено тем, что вращающиеся заряженные частицы создают локальное магнитное поле. Вращающиеся магнитные моменты ядер называют спинами. Когда атомные ядра, обладающие магнитными свойствами, по-

мещаются во внешнее магнитное поле, они могут поглощать электромагнитные волны определенных частот, зависящих от типа ядер, напряженности магнитного поля, физического и химического окружения ядер. Поглощение и испускание таких радиочастотных (электромагнитных) волн и является основным явлением, используемым в МР - томографии и МР - спектроскопии.

В присутствии внешнего магнитного поля поведение ядра можно сравнивать с вращающимся волчком. Под действием земного притяжения вращающийся волчок совершает сложное движение: он вращается вокруг своей оси, кроме того, сама ось вращения совершает конусообразные круговые движения (прецессирует), отклоняясь от вертикального направления. При отсутствии гравитации прецессии волчка не было бы. Магнитные свойства атомных ядер заставляют их прецессировать вокруг внешнего магнитного поля.

Частота прецессии ω определяется соотношением, определяемым уравнением Лармора:

$$\omega = \gamma \times B_0,$$

где ω – угловая частота Лармора (единица измерения – МГц),

γ – гиромагнитное отношение (единица измерения – МГц/Тл),

которое характеризует отношение механических и магнитных свойств ядра и зависит от типа ядра,

B_0 – напряженность магнитного поля, измеряющаяся в Теслах (Тл).

Во внешнем магнитном поле ядра, обладающие магнитными свойствами подобно протонам, могут находиться либо в стабильном энергетическом состоянии (нижний уровень), либо в возбужденном состоянии (верхний уровень) с более высокой энергией. Разность энергий этих двух состояний настолько мала, что количество ядер на каждом из этих уровней почти идентично. Поэтому результирующий сигнал ядерного магнитного резонанса, зависящий именно от различия населенностей этих двух уровней протонами, будет очень слабым. Сумма магнит-

ных моментов ядер, прецессирующих вокруг направления внешнего магнитного поля, эквивалентна единственному магнитному моменту, называемому макроскопической намагниченностью. Она отображает общую намагниченность, обусловленную разностью населенностей, т.е. избытком ядер на нижнем энергетическом уровне при состоянии устойчивого равновесия.

Чтобы обнаружить эту макроскопическую намагниченность, необходимо отклонить ее вектор от оси постоянного магнитного поля. Это достигается с помощью импульса внешнего радиочастотного (электромагнитного) излучения. Радиоволны являются квантами энергии, они вызывают переход спинов на уровень с более высокой энергией. Частота этих волн должна быть равна или близка к Ларморовой частоте. Под их воздействием вектор намагниченности отклоняется от направления внешнего магнитного поля. Чтобы система снова вернулась к равновесному состоянию, на нижний энергетический уровень должно вернуться такое же количество спинов, какое перешло на верхний уровень. При этом каждый возвращающийся спин будет излучать поглощенную энергию (**MR-сигнал**), которая может быть обнаружена, обработана и использована для построения изображений.

Сигнал, полученный от гомогенного образца в однородном магнитном поле, называют спадом свободной индукции. Он имеет вид затухающих колебаний. Если поле неоднородно, то различные части образца будут находиться в магнитном поле с разной напряженностью, а потому будут иметь разные частоты Лармора, что приведет к появлению более сложного спада свободной индукции. Чтобы сделать возможным разделение принятого сигнала на компоненты, его необходимо оцифровать, преобразовать в двоичный код и записать в память компьютера. С помощью специального математического процесса, называемого преобразованием Фурье сигнал можно разделить на частотные компоненты и измерить их.

Для получения сигнала магнитного резонанса используются комбинации радиочастотных импульсов различной дли-

тельности и формы. РЧ-импульс, поворачивающий суммарный магнитный вектор на 90 или 180 градусов от направления основного магнитного поля, называют, соответственно, 90- или 180-градусными. Сочетая различные импульсы, формируют так называемые импульсные последовательности, которые используются для получения изображений. Наиболее распространенными видами импульсных последовательностей являются «спин-эхо», «инверсия-восстановление» и «градиентное эхо».

Существуют специальные импульсные последовательности для получения сигнала только от неподвижной (МР-гидрография, МР-миелография, МР-холангиография), либо движущейся жидкости (МР-ангиография).

С целью выбора ориентации и толщины слоя в МРТ используются т.н. градиентные магнитные поля. Радиочастотные импульсы индуцируют МР-сигналы только в том случае, если частота импульсов точно соответствует ларморовской частоте протонов. Данный факт позволяет получать МР-сигналы из выбранного заранее тонкого слоя тканей. Первый шаг к выбору среза – создание градиента магнитного поля через предназначенную для визуализации анатомическую область. Специальные катушки (градиентные катушки) создают небольшие дополнительные магнитные поля таким образом, что сила магнитного поля линейно увеличивается в одном направлении. Ларморовская частота протонов пропорциональна силе магнитного поля, поэтому она также будет увеличиваться линейно в направлении градиента. Передавая радиочастотные импульсы с установленным заранее узким диапазоном частот, можно записывать МР-сигналы только от выбранного слоя ткани, диапазон ларморовских частот протонов которого соответствует диапазону частот РЧ импульсов. Ориентация градиентов магнитного поля и, соответственно, направление срезов, может быть легко задана в любом направлении. Получаемый от слоя ткани МР-сигнал является комбинированным и представляет собой сумму магнитных векторов всех плоскостных или объемных элементов (пикселей и вокселей). Для определения яркости каждого пикселя компьютеру необходимо дифференцировать сигналы

от разных вокселей. Для этого необходимо присвоить сигналу каждого вокселя свой, единственный и распознаваемый код. Этим кодом являются частота и фаза сигнала.

На основании этих данных можно строить двумерные или трехмерные изображения.

Ткани с большими суммарными магнитными векторами будут индуцировать сильные сигналы и выглядеть на изображении яркими, а ткани с малыми магнитными векторами - слабые сигналы и будут иметь низкую интенсивность сигнала. Контраст на МР изображениях определяется различиями в магнитных свойствах тканей. Величина магнитного вектора в тканях прежде всего определяется плотностью протонов. Анатомические области с малым количеством протонов, (например, воздух или компактная кость) индуцируют очень слабый МР-сигнал и, таким образом, всегда представляются на изображении темными. Вода и другие жидкости, а также мягкие ткани, несмотря на более высокую плотность протонов, могут иметь переменную интенсивность сигнала на изображениях. Это обусловлено тем, что характер интенсивности сигнала при МРТ определяется, помимо протонной плотности, другими параметрами, такими как времена спин-решетчатой (продольной) релаксации (обозначаемой как T1) и спин-спиновой (поперечной) релаксации (T2), движением или диффузией исследуемой среды. Времена релаксации тканей – T1 и T2 – являются константами и отражают изменения векторов намагниченности в поперечной и продольной плоскостях во времени. Они зависят от силы поля и вида тканей. Эти времена играют важную роль в формировании контраста на МР-изображениях. В МРТ используются понятия «T1-взвешенное изображение», «T2-взвешенное изображение», «протонно-взвешенное изображение», то есть изображения, на которых различия между тканями преимущественно обусловлены вкладом одного из этих факторов. Регулируя параметры импульсных последовательностей (периоды времени между передаваемыми радиочастотными импульсами и их длительность), оператор МР-системы может влиять на контрастность изображений, не прибегая к помощи

контрастных средств. В МРТ существует значительно больше возможностей для изменения контраста на изображениях, чем при рентгенографии, КТ или УЗИ. Дополнительные возможности изменения контрастности между нормальными и патологически измененными тканями можно достичь с помощью введения специальных контрастных средств для МРТ. Наиболее распространенными являются контрастные средства на основе гадолиния.

Для построения изображений в клинических условиях, требуется взаимодействие множества разнообразных процессов. Компонентами, из которых устроен МР-томограф, являются магнит, градиентные катушки, передатчик РЧ импульсов и РЧ приемник, источник питания и системы охлаждения, вспомогательные электронные блоки, компьютер для обработки сигналов и построения изображений, устройства для записи и архивирования данных.

Основной частью МР-томографа является магнит, который создает постоянное, статическое, однородное магнитное поле. Напряженность поля магнитов может различаться в несколько раз в соответствии с назначением оборудования.

Обычно МР-томографы классифицируются в зависимости от напряженности магнитного поля. Сила магнитного поля измеряется в теслах (Тл) или гауссах ($1\text{Тл} = 10\,000\text{ гаусс}$). Сила магнитного поля Земли колеблется от 0,7 гаусса на полюсе до 0,3 гаусса на экваторе. Для клинической МР-томографии используются магниты с полями от 0,1 до 3 тесла (в экспериментальных целях применяются системы с полем до 8-10Т). Чаще всего встречаются МР-системы с полем 0,2Тл, 0,5Тл, 1 и 1,5Тл. Линейной зависимости между силой поля и качеством изображений нет. Однако системы с высоким полем (1,5 и 3Тл) дают больше возможностей для клинических и научных исследований.

Магнитно-резонансные томографы для клинического применения бывают двух типов – закрытые (в виде туннеля) и открытые. Магнитное поле томографа может создаваться магнитами нескольких типов: постоянными, резистивными и

сверхпроводящими.

Постоянные магниты, сделанные из специальных ферромагнитных сплавов, не требуют энергии для поддержания магнитного поля и систем охлаждения, поскольку потерь электрической энергии не происходит. Поэтому эксплуатационные расходы для томографов с постоянными магнитами невелики. Основным недостатком постоянных магнитов для МР томографов является ограничение величины напряженности магнитного поля, максимальное значение которого 0,2 Тл. Кроме этого такие системы очень чувствительны к размещению и к стабильности окружающей температуры.

Резистивные магниты состоят в основном из одной или нескольких специальных электрических катушек, по которым пропускается большой ток. Такие магниты потребляют большое количество энергии (например, для создания поля напряженностью 0,1 Тл необходимо 20 кВт), сильно нагреваются, и поэтому для них нужна мощная система охлаждения. Важным преимуществом таких систем является то, что их можно выключать, когда томограф не используется, или в непредвиденных случаях. Однако поле у таких томографов также невысокое — обычно в диапазоне до 0,3 Тл.

Наиболее распространенными являются сверхпроводящие магниты. В катушках таких магнитов используются специальные сплавы, которые, при охлаждении до температуры, близкой к абсолютному нулю, полностью теряют электрическое сопротивление и приобретают свойство, называемое «сверхпроводимостью». Поэтому если из таких сверхпроводящих сплавов сделать катушки и поместить их в жидкий гелий (при температуре ниже критического значения между -263°C и

-269°C (т.е. 4° и 10° по шкале Кельвина), то через них можно пропускать большие токи, создавая высокостабильные магнитные поля большой напряженности. Заряженный ток сверхпроводящий магнит фактически не потребляет электрической энергии, но расходует охлаждающую жидкость. Жидкий гелий обязательно нужно пополнять. В томографах, выпущенных в 1990-1995 гг., это было большим недостатком системы и

требовало больших эксплуатационных вложений. Кроме этого такой томограф был достаточно громоздким т.к. снаружи от резервуара с гелием был устроен дополнительный резервуар с жидким азотом. Для устранения этого недостатка, в современных томографах, в охлаждающую систему встроили специальный компрессор, который превращает гелий снова в жидкое состояние.

Роль приемников и передатчиков сигналов при МРТ играют специальные катушки. Для передачи РЧ импульсов и приема сигналов могут использоваться как отдельные катушки (например, для головы, шеи, мелких суставов, орбиты и пр.), так и большая приемопередающая катушка, встроенная в канал магнита. Катушка состоит из одного или нескольких витков проволоки с малым сопротивлением, обычно медной. Геометрия витков обеспечивает правильное формирование возбуждающего импульса и последующую регистрацию сигнала. Такие катушки могут быть как твердыми (не меняющими форму), так и гибкими, обеспечивающими хороший контакт с поверхностью тела пациента.

Для защиты томографа от внешних радиочастотных помех комната, где он располагается, экранируется с помощью так называемой клетки Фарадея. Она обычно представляет собой медную сетку или металлические листы со специальным образом встроенными окнами и дверями. Изнутри металлические листы покрываются специальными облицовочными материалами.

Основными областями использования МРТ являются диагностика заболеваний головного и спинного мозга, позвоночника и суставов, органов брюшной полости и малого таза, сердца и сосудов. В настоящее время ведутся активные исследования по ее использованию при заболеваниях легких и пищеварительного канала.

Отдельно следует остановиться на вопросах безопасности МРТ. Хотя этот метод не использует ионизирующее излучение, при нем должны строго соблюдаться определенные меры безопасности.

Потенциальные источники опасности для пациентов и окружающего персонала связаны с сильным постоянным магнитным полем (опасность притяжения металлических предметов или нарушения функции механических, электрических или магнитных устройств), радиочастотным излучением (риск нагрева тканей) и переменными магнитными полями.

К абсолютным противопоказаниям к исследованию относят состояния, при которых его проведение создает угрожающую для жизни больного ситуацию. Например, наличие в теле пациента или около него устройств, которые активируются электронным, магнитным или механическими путями и имеют важное значение для поддержания работ жизненно важных органов – наружные или внутренние кардиостимуляторов, инфузоматов, аппаратов искусственного дыхания, инсулиновых дозаторов. Воздействия радиочастотного излучения МРТ-томографа может нарушить функционирование кардиостимулятора, работающего в системе запроса, так как изменения магнитных полей могут имитировать сердечную деятельность. Магнитное притяжение может вызвать также смещение стимулятора в гнезде и сдвинуть электроды. Кроме того, магнитное поле создает препятствия для работы ферромагнитных или электронных имплантатов среднего уха.

К абсолютным противопоказаниям для исследования является также наличие небольших металлических хирургических имплантатов (гемостатические клипсы) на артериях головного мозга, так как их смещение вследствие магнитного притяжения угрожает кровотечением. Наличие металлических предметов (как медицинского, так и немедицинского происхождения) в других частях тела имеет меньшую угрозу. Однако, помимо потенциальной опасности, металлические имплантаты могут артефакты, затрудняющие интерпретацию результатов исследования.

В любом случае, возможность проведения МРТ при наличии любых металлических объектов в теле должна учитываться при его направлении на исследование и обговариваться со специалистом, проводящим исследование.

Большинство небольших металлических объектов (искусственные зубы, хирургический шовный материал, некоторые виды искусственных клапанов сердца) не являются противопоказанием к проведению исследования. Клаустрофобия является препятствием для проведения исследования в 1-4% случаев. Частично преодолеть проблему клаустрофобии можно, с одной стороны, с помощью использования приборов с открытыми магнитами, с другой – с помощью беседы с пациентом, во время которой ему подробно объясняют устройство томографа и ход обследования. МРТ беременных женщин выполняется только в тех случаях, когда этот метод нельзя заменить другими или имеются жизненные показания к его использованию. Хотя свидетельства повреждающего действия МРТ на эмбрион или плод не получено, однако, рекомендовано избегать МРТ в первые три месяца беременности. Движения пациента во время МР-исследования вызывают помехи (артефакты), поэтому обследования больных с острой патологией, нарушенным сознанием, спастическими состояниями, деменцией и детей нередко бывает затруднительным. Всегда перед проведением МРТ рентгенолаборант или врач должны побеседовать с пациентом, с целью выяснения возможных противопоказаний к исследованию. При входе в отделение с установленными МР-томографами всегда имеются предупреждающие знаки и надписи (например, об опасности магнитного поля для пациентов с искусственными водителями ритма, возможности размагничивания носителей информации – дискет, кредитных карт и пр.).

Достоинства и недостатки МРТ обуславливают целесообразность применения этого метода при диагностике заболеваний различных органов и систем человеческого организма.

К основным достоинствам МРТ относятся неинвазивность, безвредность (отсутствие лучевой нагрузки), трехмерный характер получаемых изображений, естественный контраст от движущейся крови, широкое поле изображения, высокое пространственное разрешение, отсутствие артефактов от костных тканей, высокая дифференциация мягких тканей, возможность выполнения функциональных исследований

Наиболее существенными недостатками МРТ являются более длительное, чем при КТ, время исследования (обычно от нескольких секунд до нескольких минут), невозможность надежного выявления камней, кальцинатов, достаточно высокая стоимость оборудования и сложность его эксплуатации, специальные требования к установке приборов (экранировка от помех), некоторые ограничения при обследовании тяжелых пациентов и лиц с кардиостимуляторами и металлическими имплантатами.

Области применения магнито – резонансной томографии (МРТ):

- магнитно-резонансная томография (МРТ) головного мозга;
- магнитно-резонансная томография (МРТ) позвоночника
- магнитно-резонансная томография (МРТ) крупных суставов (МРТ коленного сустава, МРТ плечевого сустава, МРТ тазобедренного сустава)
- магнитно-резонансная томография (МРТ) сердца и средостения
- магнитно-резонансная томография (МРТ) брюшной полости и забрюшинного пространства
- магнитно-резонансная томография кровеносных сосудов

Нужно подчеркнуть, что магнитно-резонансная томография – метод исследования внутренних органов и тканей человека, основанный на использовании эффекта резонансного поглощения атомами квантов электромагнитного поля. Метод был назван магнитно-резонансной томографией, а не ядерно-магнитной резонансной томографией (ЯМРТ) из-за негативных ассоциаций со словом "ядерный" в конце 1970-х годов. МРТ основана на принципах ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) методе спектроскопии, используемом учеными для получения данных о химических и физических свойствах молекул. МРТ получила начало как метод томографического отображения,

дающий изображения ЯМР-сигнала из тонких срезов, проходящих через человеческое тело. МРТ развивалась от метода томографического отображения к методу объемного отображения.

Магнитно-резонансный томограф по своему внешнему виду похож на компьютерный. Исследование проходит так же, как и компьютерная томография. Стол постепенно продвигается вдоль сканера. МРТ требует больше времени, чем КТ, и обычно занимает не менее 1 часа. Как указывалось, метод МРТ достаточно безопасен, однако большинство специалистов считают, что в условиях, когда нет данных о безопасности магнитного поля высокой интенсивности, исследованиям методом МРТ не следует подвергать беременных женщин. По этим причинам, а также в связи с высокой стоимостью и малой доступностью оборудования компьютерная и ЯМР томографии назначаются по строгим показаниям в случаях спорного диагноза или безрезультатности других методов исследований. Следует, как указывалось, помнить, что **МРТ не может также проводиться** у тех людей, в организме которых находятся различные металлические конструкции - искусственные суставы, водители ритма сердца, дефибрилляторы, ортопедические конструкции, удерживающие кости и т.п

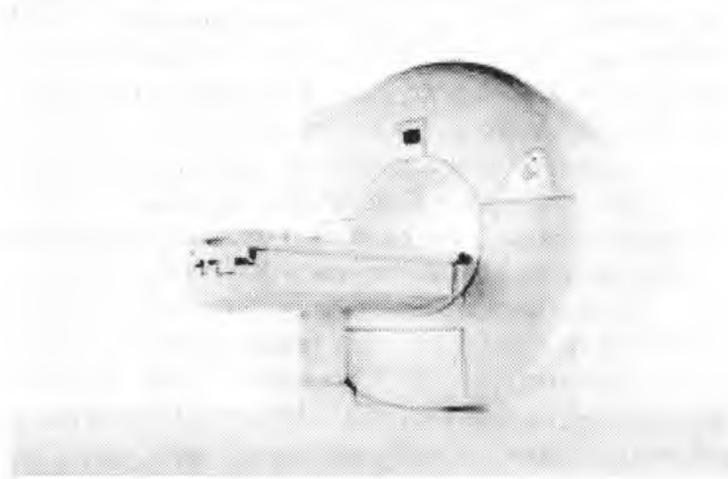
Как и другие методы исследования, компьютерную и магнитно-резонансную томографию назначает только врач.

Раздел 2. Ядерный магнито-резонансный томограф MAGNETOM Avanto – System

Производитель: SIEMENS AG Medical Solutions

Тип: 1,5 Тесла с матрично-катушечной концепцией (Tim)

Использованы материалы сайта www.healthcare.siemens.ru



Siemens 1.5Тл MAGNETOM Avanto, первая Tim высокопроизводительная МРТ система для всего тела.

Tim – новая технология Total imaging matrix, использующая радиочастотную систему и технологию матричных катушек.

Система, включающая магнит и блоки электроники, может размещаться на 30 кв.м.

Система включает:

Магнит:

- ультракороткий 150 см длиной, сверхпроводящий 1.5 Тл магнит для всего тела с активным экранированием 5-го поколения, с системой защиты от внешних магнитных возмущений (E.I.S.), и превосходной однородностью (оценка по 24 планам, 50 см поле сканирования). Емкость магнита - 1600 литров, и типичным отсутствием испарения гелия (0 л/час) при нормальном клиническом использовании в зави-

симости от используемых последовательностей и длительности обследования.

Градиентная система и АудиоКомфорт:

- подготовленная для использования высокопроизводительных водоохлаждаемых градиентов и системы снижения акустического шума Аудиокомфорт.

- Максимальное поле обзора 50 см.

Радиочастотная приемо-передающая система:

- Компактный водоохлаждаемый твердотельный радиочастотный усилитель с пиковой мощностью 15 кВт.

- Встроенная электроника управления водоохлаждением.

- Встроенная циркулярно-поляризованная Катушка для Тела.

- Революционная матричная технология для обследования всего тела Total imaging matrix, которая позволяет использовать большое количество элементов катушек, которые беспрепятственным способом интегрированы в одно обследование вместе с большим количеством радиочастотных каналов, оптимизирует позиционирование катушек и виртуально снижает длительности катушек.

Радиочастотные катушки:

- Матричная катушка для головы:

- 12-элементная катушка с 12 встроенными предусилителями, двумя кольцами по 6 элементов каждое (например, 4 кластера из 3 элементов каждый)

- Матричная катушка для шеи:

- 4-х элементная катушка с 4 встроенными предусилителями, 2 кластера из 2 элементов каждый.

- Матричная катушка для спины:

- 24-х элементная катушка с 24 встроенными предусилителями, 8 кластеров из 3 элементов каждый.

- Циркулярно-поляризованная гибкая катушка,

большая

- Циркулярно-поляризованная гибкая катушка, малая
- Интерфейс для подключения циркулярно-поляризованных гибких катушек.

Управление рабочим потоком и столом пациента

- Tim - Total imaging matrix
 - Ультралегкие катушки
 - Визуализация с оптимизированным качеством поверхностных катушек.
 - Программно-управляемое удаленное перемещение стола пациента
 - Позиционирование «ногами вперед» практически для всех клинических приложений.
- Стол пациента
 - Произвольно плавающая (перемещающаяся) дека стола пациента с максимальным диапазоном сканирования до 154 см (опционально 202 см), и максимальным весом пациента до 200 кг, включая возможность вертикального перемещения.
 - Два эргономичных пульта управления, размещаемые справа и слева от стола пациента на фронтальной панели кожуха магнита.
 - Полная длина магнита включая кожухи - 160 см, что обеспечивает наивысший комфорт пациента.
 - Стол пациента подвесной конструкции, что обеспечивает наивысший комфорт персонала для работы с пациентом.
 - Средства позиционирования пациента
 - Полный набор подкладок для комфортабельной укладки и фиксации пациента, включая и ремни.
- Средства повышения коммуникации с пациентом
 - Эргономично встроенный интерком для связи с пациентом.
 - Трехуровневые вентиляторы и освещение внутри магнита.

Магнит MAGNETOM Avanto

- Система использует криостат из нержавеющей стали для обеспечения структурной надежности и превосходного поведения при минимизации артефактов, наводимых вихревыми токами.

- Длина магнита – всего 150 см с обеспечением превосходной однородности магнитного поля при визуализации с 50 см полем сканирования. Это является уникальным для такого короткого магнита, и обеспечивается превосходное качество изображений для всех клинических приложений.

- Однородность поля: типовая - менее 1 млн часть V_{rms} , V_{rms} =Volume root-mean-square) в сферическом объеме 50 см при использовании 24-планового метода плоттирования по 20 точкам в каждом плане. 24-плановый метод плоттирования работает по большой выборке (точкам в сфере) и обеспечивает точные значения однородности поля. V_{rms} метод более отражает поведение однородности поля, нежели часто используемый метод по пиковым значениям.

- Магнит имеет технологию активного экранирования 5-го поколения, а также оснащен системой экранирования от внешних магнитных возмущений для защиты от перемещающихся внешних магнитных возмущений (лифты, автомашины и пр.), и работает непрерывно (даже при сканировании) для поддержания превосходного качества изображений.

- Магнитное поле 0.5 мТл ограничено 2.5 м в радиальном направлении (X,Y) и 4.0 м в аксиальном направлении (Z), что упрощает размещение магнита.

- Магнит оборудован технологией «нулевого испарения гелия». При нормальном клиническом использовании скорость испарения гелия составляет 0 л/час в зависимости от использования импульсных последовательностей. Емкость криостата – 1600 л.

- Вес магнита - 3630 кг, что позволяет размещать его в большинстве случаев на верхних этажах без специаль-

ного усиления поля (перекрытия).

- Гибридная система шиммирования: активное (3 электронных линейных канала шиммирования) и пассивное шиммирование для обеспечения высокой однородности поля и превосходного качества изображений для всех клинических приложений. Шиммирование в режиме OnLine использует трехмерное шиммирование, а также одновременно и специальное шиммирование в зависимости от использования катушек и пациентно-зависимое шиммирование для оптимизации однородности поля для каждого пациента. Длительность пациентно-зависимого шиммирования - менее 20 сек.

Цифровая радиочастотная система MAGNETOM Avanto

- цифровая система обработки сигналов использует 63 МГц резонансную частоту, а также цифровую фильтрацию, цифровую квадратурную демодуляцию и цифровое управление для радиочастотной стабилизации амплитуды с целью добиться высокого разрешения и превосходного качества изображения.

- Радиочастотный передатчик использует компактный необслуживаемый высокопроизводительный твердотельный усилитель мощностью 15 кВт с интегрированной системой водяного охлаждения.

- Приемник использует широкую полосу пропускания 1 МГц при высокоскоростной отцифровке и высоком соотношении сигнал/шум. Высокая полоса пропускания гарантирует использование скоростных методов визуализации, включая Одномоментную EPI.

- Разрешение отцифровки амплитуды сигнала передатчика – 50 нсек, а приемника – 100 нсек.

- Динамическое управление усилением исключает необходимость настройки приемника, что позволяет дополнительно сохранить до 30 сек на каждое исследование.

- Система способна компенсировать естественный дрейф магнитного поля в течение 5 лет без необходимости в

подстройке.

Стол пациента и управление системой MAGNETOM Avanto

Имеются два пульта управления как столом пациента, так и системой. Размещаются на фронтальной части магнита по обе стороны от стола пациента.

- Подсветка клавиш пульта.
- Клавиши: «стол вперед/назад», «стол вниз/вверх», «скорость», «стоп», «локализатор» для активирования лазеров для точного позиционирования пациента, «авто-центр» для размещения исследуемого объекта в центр магнита, «парковка» для выведения пациента из магнита.
- Клавиши управления вентиляцией и светом в туннеле магнита; 4-е режима.
- Клавиша «Старт сканирования» запускает предварительно загруженный протокол. Полезно при проведении исследований на задержке дыхания, когда врач находится внутри комнаты сканирования.

Стандартные поверхностные катушки MAGNETOM Avanto

Матричная катушка для головы

Ненастраиваемая катушка, полностью совместимая с iPAT технологией. Имеет 12 элементов и 12 встроенных предусилителей, ранжированных в 4 кластера из 3-х элементов каждый.

Верхняя часть может отсоединяться для удобства размещения пациента. Нижняя часть может оставаться на столе пациента в большинстве клинических приложений, и может использоваться отдельно для проведения обследований. Матричные катушки для головы, шеи и спины интегрированы в стол пациента, обеспечивая тем самым высокую гибкость при визуализации и снижает количество смен катушек и репозиционирования пациента.

Катушка оборудована двумя стабилизаторами головы для надежной и комфортной фиксации головы пациента. Имеется двойное зеркало для обеспечения кругового обзора пациентом, что важно для клаустрофобных пациентов. Вставляется в верх-

ную часть катушки. Зеркало может использоваться при проведении функциональной визуализации активности коры головного мозга.

Возможно комбинирование с матричными катушками для шеи, спины, до 4-х матричных катушек для тела, периферийной матричной катушки. Возможно дополнительное комбинирование с циркулярно-поляризованными гибкими катушками. Размеры: 300мм x 300мм x 280 мм. Вес: 5 кг.

Матричная катушка для шеи

Ненастраиваемая катушка, полностью совместимая с iPAT технологией. Имеет 4 элемента и 4 встроенных предусилителя, ранжированных в 2 кластера из 2-х элементов каждый.

Верхняя часть может отсоединяться для удобства размещения пациента. Нижняя часть может оставаться на столе пациента в большинстве клинических приложений, и может использоваться отдельно для проведения обследований. Матричные катушки для головы, шеи и спины интегрированы в стол пациента, обеспечивая тем самым высокую гибкость при визуализации и снижает количество смен катушек и репозиционирования пациента.

Возможно комбинирование с матричными катушками для головы, спины, до 4-х матричных катушек для тела, периферийной матричной катушки. Возможно дополнительное комбинирование с циркулярно-поляризованными гибкими катушками.

Размеры: 190мм x 300мм x 332 мм. Вес: 2.6 кг.

Матричная катушка для спины

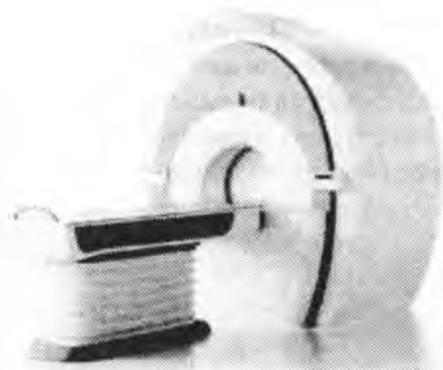
Ненастраиваемая катушка, полностью совместимая с iPAT технологией. Имеет 24 элемента и 24 встроенных предусилителя, ранжированных в 8 кластеров из 3-х элементов каждый.

Катушка может оставаться на столе пациента в большинстве клинических приложений. Матричные катушки для головы, шеи и спины интегрированы в стол пациента, обеспечивая тем самым высокую гибкость при визуализации и снижает количество смен катушек и репозиционирования пациента.

Катушка может использоваться для визуализации с высо-

ким разрешением как всего позвоночника, так и для других приложений посредством комбинирования с матричными катушками для головы, шеи, до 4-х матричных катушек для тела, периферийной матричной катушки. Возможно дополнительное комбинирование с циркулярно-поляризованными гибкими катушками.

Раздел 3. Магниторезонансный томограф Toshiba EXCELART Vantage 1,5T, (Toshiba, Япония)



Эта система отличается коротким открытым гентри и технологией Pianissimo в дополнение к высокому качеству изображений и высокой производительности.

Магниторезонансный томограф **EXCELART Vantage AGV/ XGV** – мощная и гибкая высококачественная МР-система с магнитным полем 1,5 Т. Благодаря сочетанию ультракороткого канала 1,4 м и Pianissimo (новейшей технологии снижения шума скана фирмы Toshiba), система **EXCALART Vantage** значительно повышает комфорт пациентов во время исследования.

Кроме того, система **EXCELART Vantage** формирует четкие изображения и обеспечивает улучшенные клинические возможности, например, при таких сложных исследованиях, как кардиологические исследования.

Технология **SPEEDER** фирмы Toshiba (улучшенная технология параллельного сбора данных) поддерживает высокоско-

ростное формирование изображений, что позволяет получить высококачественную диагностическую информацию за короткое время сканирования.

Тщательно продуманный пользовательский интерфейс, высокоскоростной компьютер и система реконструкции обеспечивают, чтобы различные операции и обработка выполнялись на высокой скорости. Режим простого скана Simple Scan предусматривает руководство оператором по ходу всех процедур - от регистрации пациента до фильмирования, что дает в результате эффективную и надежную работу.

В системе **EXCELART Vantage** используется короткий в (1,4 м) сверхпроводящий магнит. Мощная двухпроцессорная компьютерная система предназначена для обеспечения выдающихся многозадачных характеристик, позволяя выполнять реконструкцию изображений и улучшенную обработку изображений одновременно со сканированием. Это помогает увеличить производительность при исследованиях.

Раздел 4. Основные виды выполняемых работ при техническом обслуживании томографов

1. Обеспечение поставок жидкого гелия и его перелива из транспортных сосудов в гелиевую ванну криостата томографа.

Услуги по криогенному сервису с заправкой, например, МР-томографа GYROSCAN-T5NT гелием включают в себя:

- охлаждение двух сосудов Дюара, эта услуга, входящая в технологический процесс, выполняется на складе фирмы, перед заполнением транспортной тары сжиженным гелием.

- перелив жидкого гелия в количестве 500 литров.

- хладагент, применяется для наполнения системы охлаждения сверхпроводящего магнита магнитно-резонансного томографа.

- доставка осуществляется в специальной таре – 2 сосуда Дюара емкостью 250 литров каждый.

2. Проведение анализа работы криогенной системы томографа и диагностика неисправностей. Выдача заключения о качестве работы и состоянии элементов системы, а также выдача необходимых рекомендаций.

3. Проведение регламентных, ремонтно-восстановительных и наладочных работ на оборудовании криогенной системы.

4. Приобретение и замена адсорбера в компрессоре включает:

- отсоединение от адсорбера примыкающих к нему шлангов;

- отворачивание болтов крепления;

- снятие адсорбера, путем изъятия его из кронштейна;

- установка нового адсорбера в обратном порядке;

- момент затяжки болта крепления адсорбера – 10 Нм.

5. Замена гибких металлических трубопроводов

прямого и обратного потоков, соединяющих компрессор с "холодной головой" включает:

- *очистление (при необходимости) наконечников шланга;*

- *отсоединение гибкого шланга от суппорта, путем выворачивания его ,заглушка отверстия в суппорте;*

- *установка выполняется в обратном порядке. Необходимо убедиться, что кронштейны в хорошем состоянии и контргайки надежно затянуты. При необходимости - заменяется пружинная скоба, если она не удерживает шланг;*

- *необходимо убедиться, что шланг не соприкасается с другими деталями.*

6. Приобретение и замена "холодной головы".

7. Анализ состояния и ремонт демонтированного оборудования.

8. Проведение работ по поиску мест утечки газообразного гелия из элементов рефрижератора Гиффорда – МакМагона и их устранению:

- *используется детектор производства компании Alltech специально разработан для обнаружения утечек гелия. Это портативный прибор. В приборе установлен визуальный и звуковой индикатор обнаружения течи;*

- *изменение полярности настройки позволяет обнаруживать другие газы;*

- *утечки газа обнаруживаются с помощью ячейки по теплопроводности и указываются визуально на жидкокристаллическом экране, а также с помощью звуковой сигнализации;*

- *длинный гибкий зонд обеспечивает удобство при обнаружении маленьких и трудно доступных газовых утечек;*

- *для детектирования утечек других газов (кроме гелия) используется переключение полярности настроек;*

- характерной особенностью прибора является одноступенчатая регулировка нуля и работа в виде полностью портативного устройства, питающегося от перезаряжаемых Ni-Cd батарей.

9. Проведение работ по дозаправке газообразным гелием рефрижератора Гиффорда – Мак-Магона.

10. Разработка и изготовление устройств для перелива жидкого гелия из транспортных сосудов в криостат томографа.

Раздел 5. Компьютерная томография (КТ)

Компьютерная томография (КТ) является одним из методов применения рентгеновского исследования для получения пространственных и объемных изображений.

Получение любого рентгеновского изображения основано на различной плотности органов и тканей, через которые проходят рентгеновские лучи.

При обычной рентгенографии снимок является отражением исследуемого органа или его части. При этом мелкие патологические образования могут быть плохо видны или вовсе не визуализироваться вследствие суперпозиции тканей (наложения одного слоя на другой).

Для устранения этих помех в практику была введена методика линейной томографии. Она дала возможность получить послойное продольное изображение. Выделение слоя достигается за счет одновременного движения в противоположных направлениях стола, на котором лежит пациент, и кассеты с пленкой.

Следующим этапом была компьютерная томография, за которую ее создатели Кормак и Хаунсфилд удостоены Нобелевской премии [16, 22].

Метод дает возможность получения изолированного изображения поперечного слоя тканей. Это достигается с помощью вращения рентгеновской трубки с узким пучком рентгеновских лучей вокруг пациента, а затем реконструкции изображения с

помощью специальных компьютерных программ. Изображение в поперечной плоскости, недоступное в обычной рентгенодиагностике, часто является оптимальной для диагностики, так как дает четкое представление о соотношении органов.



Для успешного и эффективного применения КТ необходимо учитывать показания и противопоказания, результативность метода в каждом конкретном случае, соблюдать алгоритм, основывающийся на принципе "от простого к сложному".

Компьютерная томография должна назначаться врачом с учетом клинических данных и всех предыдущих исследований пациента (в ряде случаев необходима предварительная рентгенография или УЗИ). Такой подход позволяет определить область интереса, сделать исследование целенаправленным, избежать проведения исследований без показаний, снизить дозу лучевых нагрузок.

Можно сказать, что одним из самых эффективных методов современной лучевой диагностики является компьютерная томография. Компьютерная томография (КТ, СТ, CAT scan) – метод исследования, при котором, как и при других рентгенологических методах, используются рентгеновские лучи (X-rays). Однако, в отличие от обычной рентгенографии, КТ позволяет получить снимок определенного поперечного слоя (среза) человеческого тела. При этом организм можно исследовать слоями шагом до 1 мм.

В отличие от прямого проекционного изображения, получаемого с помощью обычного рентгенологического комплекса, компьютерный томограф позволяет детально (посрезово) осмотреть органы человека по отдельности и даже составить их объемную 3D-модель. Высокое качество регистрации и обработки изображения КТ позволяют увидеть структуры, которые не видны на обычных рентгенограммах, что упрощает распознавание тех или иных патологических процессов.

Основные характеристики компьютерных томографов:

ГЕНТРИ:

Апертура: 720 мм.

Поля сканирования: 180, 240, 320, 390 и 480 мм.

Углы наклона: $\pm 30^\circ$.

Толщина срезов: 0,5, 1, 2, 5 мм.

Время сканирования: для 229° – 0,48 с; для 360° – 0,75 с, 1 с, 1,5 с, 2 с, 3 с.

Время сканирования для сканограммы: произвольно от 2 до 14 с.

Напряжение на рентгеновской трубке: 80, 120 и 135 кВ.

Ток рентгеновской трубки: от 10 до 300 мА (260 мА для 135 В) с шагом 10 мА.

Мощность излучения рентгеновской трубки: 4000 кНУ.

Скорость охлаждения анода трубки: 864 кНУ/мин.

СТОЛ ПАЦИЕНТА:

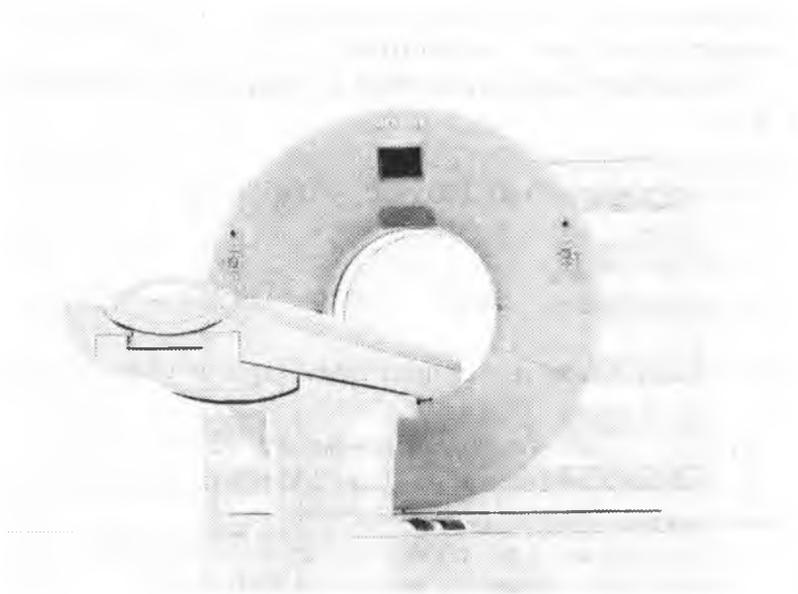
Вертикальное перемещение: мин. высота 310 мм (высота стола), рабочий ход 540 мм.

Горизонтальное перемещение: рабочий ход 2190 (1890*) мм, диапазон сканирования 1800 (1500*) мм, шаг перемещения стола 0,5–600 мм с приращением 0,5 мм.

* - для версии короткого стола пациента

Раздел 6. Компьютерный томограф SOMATOM Definition

Производитель: SIEMENS AG Medical Solutions
Использованы материалы сайта <http://www.healthcare.siemens.ru>



SOMATOM Definition –компьютерный томограф с двумя излучателями (Dual Source CT – DSCT).

Помимо комбинации высокого пространственного разрешения и скоростного субмиллиметрового покрытия, режим работы с использованием двух рентгеновских излучателей вдвое улучшает показатель временного разрешения, позволяет проводить сбор данных независимо от частоты сердечных сокращений, обеспечивает визуализацию анатомических объемов с удвоенной энергией при снижении лучевой нагрузки на пациента при проведении кардиологических обследований.

1. Устройство сканирования (гентри):

Диаметр апертуры: 78 см, подача высокого напряжения через токосъемники. Скорость вращения гентри: 182 оборо-
184

тов/мин с периодом 360-градусного вращения 370 мсек.

Измерительная система: двойная детекторная система на основе адаптивного массива, Adaptive Array Detector (AAD), использующая ультраскоростные материалы на керамических композитах, с 40 960 элементами (26 880 для системы А; 14 080 для системы В), 2 x 64 детекторными электронными каналами (DAS), использующие сбор данных в 128 (64 x 2) срезах за одно вращение и 31 768 (21 504 для системы А; 11 264 для системы В) измерительных каналов. Измерительная система может содержать замещаемые компоненты. Режим спирального сканирования (коллимация детектора): 64 x 0.6 мм, 20 x 0.6мм, 12 x 0.6 мм.

Режим пошагового сканирования (коллимация детектора): 30 x 0.6 мм, 10 x 0.6 мм, 6 x 0.6 мм, 24 x 1.2 мм, 10 x 1.2 мм, 2 x 1.2 мм.

2. Рентгеновские излучатели:

2 x STRATON сверхпроизводительные рентгеновские трубки. Диапазон тока на рентгеновской трубке: в режиме одного излучателя 28 – 665 мА; в режиме двух излучателей 28 – 1330 мА. Теплоемкость анода рентгеновской трубки 0 МНУ. Скорость охлаждения анода 7.3 МНУ в мин (5 400 кДж в мин). Размер фокального пятна в соответствии со стандартом IEC 60336: 0.6 x 0.7 мм/7°, 0.8 x 0.9 мм/7°

3. Генераторы:

Микропроцессорно-управляемые, низкошумящие высокочастотные генераторы с интегрированной самотестирующей системой для непрерывного мониторингования. Параметры: диапазон высокого напряжения: 80, 100, 120, 140 кВ. Максимальная мощность 80 кВт.

4. Технология Z-sharp

Рентгеновская трубка STRATON использует прецизионное отклонение электронного луча, получая поочередно два фокальных пятна 4 640 раз в секунду. Это позволяет удваивать число проекций, получаемых с каждого детекторного элемента. Результат частичного перекрытия проекций – двойная выборка по оси Z. Технология позволяет удваивать информацию скани-

рования, не увеличивая лучевую нагрузку на пациента во время исследования. Запатентованные SIEMENS ультраскоростные UFC-детекторы делают возможным одновременное считывание двух проекций с каждого детекторного элемента – 2х32 с каждого угла обзора, то есть полноценный сбор данных в 64 срезах.

Технология z-Sharp включает рентгеновскую трубку STRATON, двойную выборку по Z-оси и ультраскоростные UFC-детекторы. Обеспечивает изотропное пространственное разрешение 0.4 мм независимо от выбора значения винтового шага с использованием алгоритма удаления спиральных артефактов.

5. Стол пациента:

Моторизированное вертикальное перемещение стола в диапазоне от 53 до 102 см, продольное перемещение деки 200 см шагами минимально по 0.5 мм; точность позиционирования +/- 0.25 мм в любом направлении. Сканируемый горизонтальный диапазон 200 см, элементы управления столом размещаются по обеим сторонам гентри. Высота стола пациента может также регулироваться ножной педалью (по 2 педали с каждой из сторон стола). В случае аварийной остановки или пропадания электропитания предусмотрена возможность перемещения вручную стола в горизонтальном направлении. Максимальная грузоподъемность стола 220 кг, диапазон скорости движения 2 – 200 мм/сек.

Средства позиционирования пациента: накладной мат позиционирования, держатель рук/головы, поворотный/неповоротный подголовники с набором мягких вкладышей, мягкие ленты для фиксации головы пациента, держатель коленного сустава, удлинение стола пациента.

6. Консоль управления и оценки исследования:

Система громкоговорящей связи с пациентом (интерком) с возможностью записи текста на родном языке.

Основная консоль сканера - syngo Acquisition Workplace: обеспечивает надежный рабочий поток для процесса сбора данных, реконструкции изображений и постобработки данных в рутинном режиме.

Компьютерная система: высокопроизводительный компьютерный блок с двухпроцессорной архитектурой 2 x Xeon 3.6 ГГц, графической картой NVIDIA Quadro FX3400 DVI для быстрой 3D постобработки. Плоский безбликовый монитор высокого разрешения 1280 x 1024, диагональю 19'' (48 см). Клавиатура, мышь, 2ГБ оперативной памяти. Емкость жесткого диска для хранения изображения 146 ГБ или 260 000 несжатых изображений. Архивирование на CD-R диски 700 МБ (1 100 изображений). Возможно подключение внешних устройств USB 2.0.

7. Компьютерная система реконструкции изображений:

Компьютер реконструкции имеет в своем составе кластер из двойных 2.2 ГГц высокопроизводительных процессоров для выполнения препроцессинга и реконструкции проекционных КТ данных со скоростью 40 изображений в секунду. Емкость диска для хранения проекционных данных 1000 ГБ.

8. Система охлаждения:

Передача тепла от гентри происходит через теплообменник вода-вода во внешнюю водяную систему. Данное решение оптимизирует тепловой режим работы сканера независимо от внешних условий.

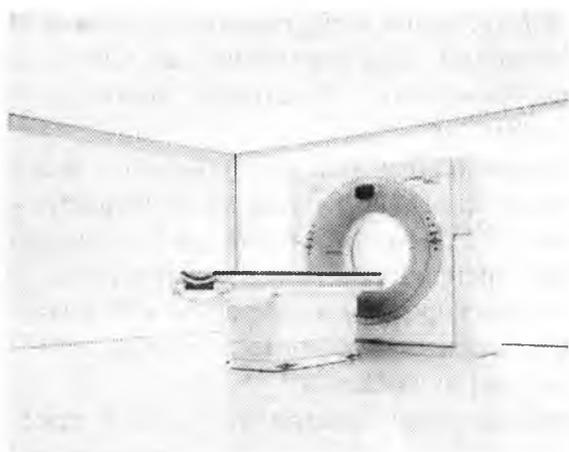
9. Программное обеспечение пользователя SynGo:

syngo обеспечивает интуитивный и, таким образом, простой в изучении интерфейс пользователя, разработанный на основе прототипа, протестированного в тесном сотрудничестве с пользователями. syngo выполняет исследования по шагам отдельными процессами, так называемыми картами, такими как например, карта регистрации пациента или карта выполнения исследования. Количество функций и вводимых данных могут выбираться в соответствии с индивидуальными требованиями.

Раздел 7. Компьютерный томограф SOMATOM Sensation Open

Производитель: SIEMENS AG Medical Solutions

Использованы материалы сайта <http://www.healthcare.siemens.ru>



SOMATOM Sensation Open, помимо традиционных КТ-обследований, специально разработан для специализированных требований при проведении виртуальной симуляции в радиотерапии, интервенций под контролем КТ, травмообследованиях, обследованиях тучных пациентов.

SOMATOM Sensation Open использует уникальную рентгеновскую трубку STRATON. При использовании стандартного режима SOMATOM Sensation Open обеспечивает сбор данных одновременно в 24 срезах с коллимированной толщиной 1.2 мм и скоростью вращения гентри 1 сек (0.5 сек. – опционально).

SOMATOM Sensation Open базируется на платформе Sensation, апертура гентри сканера - 82 см, расширенное поле обзора (Field Of View) 82 см – необходимые условия для обеспечения беспрепятственного доступа к пациенту и полной расширенной визуализации анатомических объектов.

Рентгеновская трубка STRATON обеспечивает прямое масляное охлаждение анода, достигает беспрецедентную скорость охлаждения – 5 млн. тепловых единиц в сек. Таким образом, задержки на охлаждение рентгеновской трубки могут быть практически исключены, даже при проведении сканирования тучных пациентов.

Используя технологические особенности, новый КТ-сканер делает более доступной специализированную КТ-ориентированную диагностику для планирования лучевой терапии, обеспечивает легкий доступ для позиционирования пациента за счет увеличенной апертуры гентри. Расширенное поле обзора обеспечивает визуализацию анатомических объектов в расширенном (82 см), по сравнению с обычным значением (50 см), диапазоне.

Комплектация сканера включает: устройство сканирования – гентри, генератор 50 кВт, стол пациента, компьютерную систему, включая основную консоль Navigator, систему охлаждения, пользовательский интерфейс syngo, сетевой модуль.

SOMATOM Sensation Open использует ультраскоростные детекторные элементы UFC (UltraFast Ceramics) – патент и производство SIEMENS.

Использование технологий SIEMENS позволяет значительно снизить время проведения обследований на одной задержке дыхания. Таким образом, обследование торакальной зоны с длиной объема сканирования 35 см длится 12 сек – при скорости вращения гентри 1.0 сек. При скорости вращения гентри 0.5 сек (опционально) такое же обследование может быть проведено за 6 сек.

SOMATOM Sensation Open использует программное обеспечение CARE Dose4D, позволяющее получать прекрасное качество диагностических изображений при минимальной дозе, независимо от анатомических особенностей обследуемого пациента. Система проводит 2 320 измерений в секунду, адаптируя ток в реальном масштабе времени, обеспечивая полностью автоматический контроль дозы и снижение лучевой нагрузки до 66%.

1. Устройство сканирования (гентри):

Диаметр апертуры: 82 см, угол наклона: +/- 30 град., подача высокого напряжения: через токосъемники. Скорость вращения гентри: 60 оборотов/мин с длительностью 360-градусного вращения 1 сек. опционально – 0.5 сек.

Измерительная система: детекторная система на основе Адаптивного Массива™, использующая ультраскоростные материалы на керамических композитах, с 16128 элементами в 24 детекторных линейках, с 1344 каналами/срез и 2320 проекций/360°вращение. Измерительная система может содержать замещаемые компоненты.

2. Стол пациента:

Моторизованное вертикальное перемещение стола в диапазоне от 53 до 102 см; продольное перемещение деки 200 см шагами минимально по 0,5 мм; точность позиционирования: +/- 0,25 мм в любом направлении. Сканируемый горизонтальный диапазон 157 см; максимальная загрузка стола 200 кг. Элементы управления столом размещаются по обеим сторонам гентри. Высота стола пациента может также регулироваться ножной педалью (по 2 педали с каждой из сторон стола). В случае аварийной остановки или пропадания электропитания предусмотрена возможность перемещения вручную стола в горизонтальном направлении.

Средства позиционирования пациента: накладной мат позиционирования, держатель руки/головы, углеволоконный подголовник с вкладышем, подголовник (Vocollo), подколенник, удлинитель стола пациента, стабилизирующие подушки двух различных размеров и мягкие ленты для фиксации головы пациента, три фиксирующих ремня. Имеются опциональные дополнительные средства позиционирования пациента.

3. Консоль управления и оценки исследования:

Компоненты управления для консоли CT Acquisition Workplace.

Объем поставки: безбликовый плоский монитор диагональю 19'' (48 см), с высоким 1280x1024 разрешением), блок управления КТ сканированием, клавиатура, электронная мышь;

система громкоговорящей связи с пациентом (интерком). Столы и кабинеты для размещения компьютеров – опционально.

4. 50 кВт генератор:

Микропроцессорно-управляемый низкошумящий высокочастотный генератор с интегрированной автоматической само-тестирующейся системой для непрерывного мониторингования.

Параметры:

Диапазон высокого напряжения: 80, 100, 120 кВ; диапазон тока на трубке: от 28 до 400 мА; максимальная мощность: 50 кВт, тонкая настройка.

5. Компьютерная система и хранение изображений:

Компьютерная система SOMATOM Sensation Open состоит из двух компонентов:

- Компьютер реконструкции для постобработки и реконструкции КТ-данных.

- Acquisition Workplace консоль для планирования и выполнения КТ-исследований, включая оценку и управление КТ-изображениями.

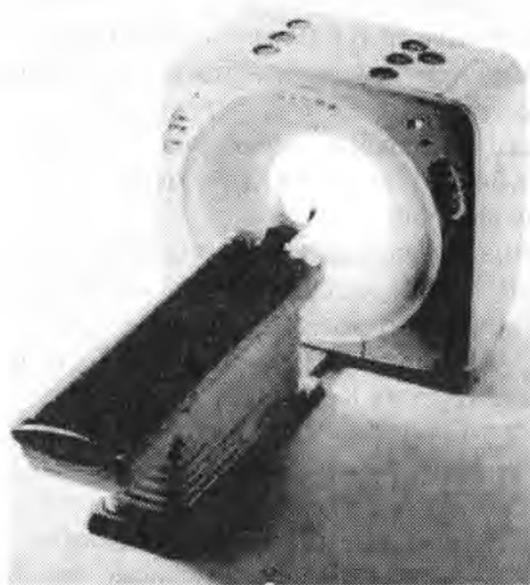
- Компьютер Реконструкции имеет в своём составе кластер высокопроизводительных процессоров для выполнения препроцессинга и реконструкции КТ данных.

Стандартная память данных имеет ёмкость 300 ГБ.

СТ AW консоль включает высокопроизводительную двухпроцессорную систему Celsius на базе 3.60 ГГц Xeon, оперативную память ёмкостью 2 ГБ и память для хранения 260000 изображений в стандартной версии.

Консоль СТ AWt оснащена дисководом для записи на компакт-диски: многофункциональный дисковод для хранения и архивирования изображений и проекционных данных на сменных компакт-дисках ёмкостью 700 Мб.

Раздел 8. Компьютерный томограф Toshiba Asteion Super 4 (Тошиба АстеионСупер 4),(Toshiba, Япония)



Компьютерный томограф **Asteion Super 4** представляет собой мультисрезовой КТ-сканер с возможностью одновременного сбора данных 4 срезов толщиной от 0,5 до 5 мм и отличающийся высокими эксплуатационными характеристиками с временем полного оборота до 0,75 с. При использовании такого мультисрезового сбора данных время исследования значительно сокращается, спиральное спиральное сканирование протяженной области можно выполнить на одной задержке дыхания пациентом. Дополнительными преимуществами являются: улучшение пространственного разрешения; повышение эффективности использования рентгеновского излучения; уменьшение дозовой нагрузки и снижение артефактов.

Аппарат **Asteion Super 4** имеет эргономичную конструкцию. Эта система относится к системам 3-го поколения с непрерывным вращением и наиболее подходит для исследований

головного мозга и всего тела, включая исследования сердечно-сосудистой системы.

Гентри системы **Asteion** включает в себя ключевые компоненты мультисрезовой технологии: рентгеновскую трубку Helicool с высокой скоростью охлаждения в сочетании с мощным генератором и многорядовым высокоэффективным детектором Quantum с более чем 17000 каналов.

Применяемая мультисрезовая технология системы **Asteion** позволяет просматривать данные в любой проекции без потери качества изображения. Сканирование с толщиной среза 0,5 мм применяется для исследований мозгового кровотока, легких, позвоночника, суставов и конечностей. Эта технология позволяет расширить диагностические возможности КТ и существенно улучшить качество MPR и 3-D реконструкций, которые не только повышают надежность диагностики, но также помогают в управлении большим количеством данных, полученных с помощью мультисрезового сканера.

Низкая дозовая нагрузка

Высокое качество изображений сочетается с низкой дозой за счет максимально эффективного использования рентгеновского излучения. Детектор рентгеновского излучения создан с использованием разработок компании Тошиба, что дает в результате возможность формирования изображений с минимальной дозой при каждом конкретном исследовании.

Программа SureCare позволяет добиться снижения дозы на пациента путем непрерывной регулировки интенсивности рентгеновского излучения при спиральном сканировании на основании информации полученной по предварительной сканограмме. Для дальнейшего ограничения дозы применяется специальный корректирующий фильтр.

КТ в реальном времени

Фирма Toshiba разработала возможность КТ-рентгеноскопии в реальном времени. Сейчас эта функция входит в обширные пакеты программ КТ в реальном времени. Функции SureScan и SureStart являются стандартными в системе **Asteion**. Эти свойства обеспечивают показ в реальном вре-

мени 12 изображений в секунду для спирального сканирования. Функция SureScan позволяет сразу же завершить сбор данных, как только достигнута нужная область интереса, обеспечивая существенное снижение дозы на пациента и экономию времени.

Поставляемый дополнительно программный пакет SureFluoro отличается непрерывным формированием изображений с мгновенной визуализацией для интервенционных процедур и позволяет выполнить позиционирование с точностью 0,5 мм.

Рабочая станция

Рабочая станция Vitrea 2 обеспечивает улучшенную 2D, 3D и 4D визуализацию и анализ, давая врачу возможность подготовить отчет о пациенте за считанные минуты. Станция Vitrea 2 предлагает исключительную скорость формирования изображений, диалоговую процедуру работы и предварительно установленные клинические протоколы, позволяющие рентгенологам быстрее и точнее диагностировать состояние пациента.

Система Asteion отличается полной совместимостью со стандартом Dicom 3.0. Предыдущие исследования можно просто загрузить на консоль управления для быстрого просмотра.

Компактный гентри системы Asteion отличается большой апертурой 72 см. Минимальная высота широкого стола пациента 300 мм, что облегчает перекладывание пациентов на стол с низкой кушетки или носилок. Верхняя секция стола обеспечивает диапазон сканирования 175 см для сканирования всего тела. Благодаря компактной конструкции и ограниченному числу компонентов систему Asteion можно установить в помещении площадью всего 20 кв. метров.

Дополнительное программное обеспечение

- Количественное исследование минерального состава кости предусматривает диагностику нарушения метаболизма кости.

- Программное обеспечение для анализа в стоматологии. Можно получить несколько панорамных изображений вдоль зубной дуги, по сравнению с обычным рентгенографическим исследованием с постоянной толщиной без наложения. Можно

измерить до 100 расстояний на панорамном изображении и поперечном сечении.

- Программное обеспечение виртуальной эндоскопии Эта функция используется для получения и вывода на экран изображений внутренних стенок полостей тела, она обеспечивает неинвазивный метод для получения изображения стенки полого органа. Изображения аналогичны полученным при визуализации с помощью эндоскопа.

- КТ для педиатрии. Специальный комплект средств позиционировани, фильтров и протоколов, а также настройки параметров, специфических для сканирования при педиатрических исследованиях.

- Программное обеспечение для оценки перфузии мозгового кровотока - предусматривает количественный анализ динамики мозгового кровотока и дифференциальную диагностику после острого приступа ишемии.

- Кардиология - пакет программ для реконструкции структур сердца с использованием синхронизации с ЭКГ для построения срезов.

- КТ-рентгеноскопия SureFluoro. Непрерывное формирование изображений, позволяющее добиться мгновенной визуализации при интервенционных процедурах. Предусмотрено формирование изображений со сниженной дозой в сочетании с реконструкцией в реальном времени в полной матрице изображений.

Раздел 9. Позиционно – эмиссионная томография (ПЭТ)

Новый метод радиоизотопной диагностики.

Главное преимущество позитронно-эмиссионной томографии – возможность не только получать изображения внутренних органов, но и оценивать их функцию и метаболизм, таким образом, при помощи позитронной томографии удастся выявлять болезнь на самом раннем этапе, еще до проявления клинических симптомов.

Метод ПЭТ заключается в наработке короткоживущих радионуклеидов на циклотроне, мечении ими специфических ра-

диофармпрепаратов (РФП), введении РФП пациенту, визуализации и измерении при ПЭТ-сканировании избирательного накопления РФП в тканях с патологическими изменениями, метаболических процессов в организме и медицинской оценке полученных изотопных изображений. Аннигиляционные фотоны с энергией 511 кэВ регистрируются парой парой противоположно расположенных детекторов в кольцевой сборке ПЭТ-сканера.

Некоторые мировые производители, такие как фирма «Сименс», предлагают комплексные решения в области оснащения ПЭТ-центров.

Проведение ПЭТ-исследования предполагает наработку радионуклидов на циклотроне, мечении ими специфических РФП, введении этих РФП пациенту с последующей визуализацией процессов их накопления и метаболизма в организме при ПЭТ-сканировании. Технология ПЭТ-исследования требует создания специального подразделения радионуклидной диагностики – ПЭТ-центра, предназначенного для производства РФП и проведения диагностической процедуры ПЭТ/КТ. Такой центр должен иметь циклотрон для наработки позитронно-излучающих изотопов, радиохимический комплекс для производства РФП, меченных этими изотопами, и радиодиагностическое отделение, оснащенное ПЭТ или ПЭТ/КТ томографами. Этот комплекс создается как отдельно контролируемая зона, недоступная для посторонних лиц, включая пациентов. Процессы наработки изотопов и синтеза РФП происходят под контролем дистанционной системы наблюдения, что максимально сокращает время контакта персонала ПЭТ-центра с радиоактивностью.

Процесс получения РФП осуществляется автоматизировано, без непосредственного участия радиохимика. Поскольку позитронно-излучающие изотопы быстро распадаются, из соображений рентабельности ПЭТ-центр целесообразно оснащать минимум тремя ПЭТ-камерами для того, чтобы одновременно исследовать сразу нескольких пациентов.

Совмещение ПЭТ- и КТ-сканеров в одной установке и реализация ПЭТ/КТ-технологии позволяет:

- получать метаболические и морфологические данные в режиме «все тело» с повышенной точностью локализации опухоли и определения стадии заболевания;
- проводить быструю трансмиссионную коррекцию;
- снизить длительность ПЭТ-исследований и повысить их частоту и эффективность.

Специфика метода ПЭТ.

- уникальная чувствительность – на 2 порядка большая, чем у метода однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ);
- применение биогенных элементов в составе РФП для исследования процессов, характерных для заболевания;
- возможность получения данных о функциональном состоянии тканей с патологическими изменениями;
- возможность влияния на стратегию лечения.

Первый опыт ПЭТ был посвящен функциональным исследованиям головного мозга. В дальнейшем, ПЭТ стала успешно использоваться для диагностики различных форм деменции, очаговых форм эпилепсии. В кардиологии ПЭТ исследования сердца дают уникальную информацию о жизнеспособности миокарда, таким образом определяя целесообразность кардиохирургических вмешательств.

Особую роль позитронно-эмиссионная томография играет в онкологии (90%), неврологии(5,5%) и кардиологии (4,5%), где ранняя диагностика заболеваний является особенно важной.

Раздел 10. Томографы российского производства

В настоящее время в клинической практике находятся и томографы отечественного производства [18]. Фирмой НПФ – «А3» на основе ранее имеющихся отечественных разработок были созданы и внедрены в клиническую практику МРТ – томографы с напряженностью 0,12 Тл.

Кабинеты магнитно-резонансной томографии могут быть укомплектованы МР-томографом «ЭЛЕКТОН С5» со сверхпроводящей магнитной системой (НИИЭФА им. Д.В. Ефремова,

Санкт-Петербург, Россия). По имеющейся информации, это самая высокая мощность магнитного поля из томографов, продаваемых российскими компаниями (0,5 Тл). Оригинальный программно-аппаратный комплекс прибора обеспечивает получение томограмм высокого качества с использованием множества вариантов импульсных последовательностей, в том числе магнитно-резонансных ангиограмм и миелограмм.

На сайте компании приводятся следующие технические характеристики аппарата:

Рабочее поле 0.5 Т

Стабильность поля $<1.e-9$ 1/час

Расход жидкого гелия <0.1 л/час

Максимальная величина градиентов 10 мТ/м

Время нарастания градиента до максимума 0.5 мс

Рабочая частота 21 МГц

Мощность РЧ передатчика 2.5 кВт

Базовый комплект РЧ катушек: полнотельная, головная, шейная, спинальная, суставная

Матрица изображения до 512x512

Время реконструкции томограммы 256x256 0.3 с

Минимальная толщина слоя 3 мм (2D скан), 0.75 мм (3D скан)

Потребляемая мощность <10 кВт

Охлаждение воздушное.

Из всех российский аппаратов томограф «ЭЛЕКТОН С5», вероятно, самый дорогой, т. к. основан на сверхпроводящем магните.

Томографы, которые работают на низкочастотных магнитах (до 0,5 Тл), менее требовательны к условиям инсталляции и эксплуатации, однако их диагностическая ценность оставляет желать лучшего, в связи с чем, наиболее распространенным в настоящее время оборудованием являются МР-томографы с напряженностью магнитного поля не менее 1,5 Тл.

Раздел 11. Метрологическое обеспечение томографов различных типов

Метрологическое обеспечение деятельности службы технического обслуживания медицинской техники, в том числе томографов любого вида, предусматривает наличие:

- утвержденного положения о метрологическом обеспечении деятельности;
- документов учета средств измерений и документов, подтверждающих проведение их поверки;
- графиков поверки средств измерений.

В общем случае, метрологическое обеспечение представляет собой выполнение следующих условий:

1. результаты измерений выражаются в узаконенных единицах;
2. значения показателей точности результатов измерений становятся известны с необходимой заданной достоверностью;
3. значения показателей точности результатов измерений обеспечивают оптимальное в соответствии с выбранными критериями решение задачи, для решения которой проводились измерения.

С учетом специфики выполняемых работ это означает, что данные условия выполняются при проведении исследований продукции в следующих направлениях:

1. проведение исследований на соответствие продукции обязательным требованиям, устанавливаемым:

1.1. для обеспечения их безопасности для жизни, здоровья, сохранения генетического фонда человека;

1.2. с целью охраны окружающей природной среды, естественного воспроизводства (восстановления) природных экологических систем;

1.3. с целью совместимости и взаимозаменяемости продукции;

1.4. для обеспечения единства методов (способов) и методик их контроля (испытаний, измерений, анализа);

1.5. с целью обеспечения единства маркировки;

1.6. для обеспечения оптимальной экономичности;

2. Проведение исследований на соответствие продукции дополнительным требованиям, не учтенным выше

На практике в понятие «метрология выполняемых работ» входит и перечень используемого оборудования с приведением его кратких технических сведений и характеристик.

Контрольные вопросы к Главе 3

Вопрос № 1. Индукция магнитного поля современных МР-томографов, как правило, составляет:

ОТВЕТЫ:

1. 0,15 Т;
2. 1,5 Т;
3. 15 Т.

Вопрос № 2. Хладагент в МРТ применяется для:

ОТВЕТЫ:

1. охлаждения сверхпроводящего магнита;
2. охлаждения выходных каскадов усилителей мощности сигнала радиочастотного генератора;
3. охлаждения блоков питания МРТ.

Вопрос № 3. При техническом обслуживании МРТ строгому контролю подлежит:

ОТВЕТЫ:

1. изменение индукции постоянного поля магнита;
2. изменение частоты резонансного генератора;
3. утечка газообразного гелия из рефрижераторных систем МРТ.

Вопрос № 4. Рентгеновская компьютерная томография основана на:

ОТВЕТЫ:

1. обработке информационных сигналов, снимаемых с вращающейся вокруг объекта рентгеновской трубки;
2. использовании методик линейной томографии;
3. отражении рентгеновских лучей от тканей с различными плотностями.

Вопрос № 5. Гентри:

ОТВЕТЫ:

1. единица измерения интенсивности рентгеновского излучения;

2. главный компонент измеряющей системы томографа, включающий в себя источник излучения (рентгеновскую трубку) и детекторы рентгеновского излучения, смонтированные на специальной раме;
3. одномерный или двумерный массив детекторов.

Вопрос № 6. Анод:

ОТВЕТЫ:

1. положительно заряженный электрод, мишень в рентгеновской трубке (при КТ может быть неподвижным или вращающимся);
2. отрицательный заряженный электрод в рентгеновской трубке.

Вопрос № 7. Коллиматор:

ОТВЕТЫ:

1. механическое устройство, формирующее сечение пучка рентгеновских лучей;
2. керамический материал с соответствующей присадкой, испускающей свет, под действием рентгеновского излучения;
3. фильтр, устанавливаемый на детектор, с целью исключения рассеяния рентгеновского излучения.

Вопрос № 8. Спиральная КТ:

ОТВЕТЫ:

1. метод КТ с непрерывным вращением гентри и перемещением объекта вдоль оси Z;
2. метод КТ со смещением детектора;
3. метод КТ с параллельной схемой излучения.

Глава 4. Оборудование для эндоскопии

В данной главе раскрываются основные положения, которые должны учитываться при разработке, производстве, техническом обслуживании и ремонте данного класса изделий медицинской техники. Рассматриваются история, основы физики эндоскопии, области клинического применения, рекомендуемые медиками и изготовителями, примеры реализации находящихся в настоящее время в клинической практике эндоскопических систем, их технические и эксплуатационные характеристики, взятые, в основном, из Интернета и работ слушателей МИПК МГТУ им. Н.Э. Баумана по данной дисциплине. Особое внимание уделено вопросам технического обслуживания, в том числе, дезинфекции и стерилизации, соблюдения техники безопасности.

Раздел 1. Основы истории, физики и возможностей клинического применения эндоскопии. Классификация

Эндоскопия – метод исследования (визуализации) внутренних органов с помощью специальных технических устройств - эндоскопов. Термин "эндоскопия" происходит от двух греческих слов (endon - внутри и skopeo - смотрю, исследую) [23].

Этот метод широко используется с диагностическими и лечебными целями в хирургии, гастроэнтерологии, пульмонологии, урологии, гинекологии и других областях медицины с целью визуализации биологических органов и тканей. Эндоскопические методы повысили возможность ранней диагностики многих заболеваний. Можно еще сказать, что эндоскопия – это метод исследования, основанный на введении в полости тела особых устройств, снабженных оптическими и осветительными системами, а также инструментами для забора биоматериала.

В зависимости от исследуемого органа классифицируют различные виды эндоскопии:

бронхоскопию – эндоскопия бронхов;
эзофагоскопию – эндоскопия пищевода;
гастроскопию – эндоскопию желудка;
интестиноскопию - эндоскопию слизистой оболочки тонкой кишки;

колоноскопию - эндоскопию толстой кишки;
гистероскопию — эндоскопию полости матки;
кольпоскопию — эндоскопию входа во влагалище и влагалищных стенок;

лапароскопию — эндоскопию брюшной полости;
отоскопию— наружного слухового прохода и барабанной перепонки;

ректороманоскопию – эндоскопию прямой кишки;
уретероскопию — эндоскопию мочеточника;
холангиоскопию — эндоскопию желчных протоков;
цитоскопию — эндоскопию мочевого пузыря;

эзофагогастродуоденоскопию — эндоскопию пищевода, полости желудка и двенадцатиперстной кишки.

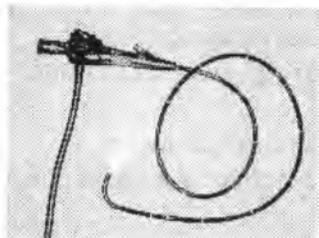
Некоторые виды эндоскопов обеспечивают возможность проведения не только диагностических, но и лечебных манипуляций, в частности:

- взятие материала для гистологического исследования (биопсия);
- удаление инородного тела или полипа (полипэктомия);
- с помощью специальных устройств можно проверить проходимость впадающего в данный орган протока (напр. общего желчного протока при дуоденоскопии - исследовании двенадцатиперстной кишки);
- прижигание язвы;
- остановку кровотечения из мелких сосудов и т.д. Для этой цели в современных эндоскопах применяют также лазерные источники.

Эндоскопия обычно хорошо переносится больными и не сопровождается осложнениями. Некоторые неприятные ощущения, возникающие иногда после эндоскопии, не требуют лечебных воздействий.

Эндоскопические методы, как и другие методы визуализации органов и тканей, повысили возможность ранней диагностики многих заболеваний.

История эндоскопии



В своем развитии эндоскопия прошла через несколько стадий, обусловленных, во многом, совершенствованием оптических приборов и появлением новых технологий диагностики и лечения.

До определённого времени осмотр внутренних органов без хирургического вмешательства был невозможен, были доступны только такие неинвазивные методы исследования внутренних органов, как, например, пальпация и др.

Первые попытки применения эндоскопии были предприняты в конце XVIII века, однако они были очень несовершенны и небезопасны при клиническом применении. Только в 1806 году Филипп Боззини (Ph.Bozzini), который в настоящее время признан первым создателем эндоскопа, разработал устройство для исследования прямой кишки и полости матки. Устройство представляло собой жесткую трубку с системой линз и зеркал, источником света являлась свеча. Это устройство ни разу не было использовано для исследований на людях, поскольку работа автора не была признана допустимой для клинической практики медиками Вены.

В последующем свечу в эндоскопах сменила спиртовая лампа, а вместо жесткой трубки вводился гибкий проводник. Однако, главными осложнениями обследования оставались ожоги, от которых медики частично избавились только с изобретением миниатюрных электроламп, которые укреплялась на конце вводимого в полость аппарата. В закрытые полости, не имеющие естественной связи с внешней средой, аппарат вводился через создаваемое отверстие (прокол в стенке живота

или грудной клетки). Необходимо отметить, что до появления волоконно-оптических систем эндоскопическая диагностика не получила широкого применения.

Возможности эндоскопии существенно расширились со второй половины XX века с появлением стеклянных волоконных световодов и на их основе — приборов волоконной оптики. С применением этих устройств визуализации стали доступны почти все органы, увеличилась освещенность исследуемых биологических тканей, появились условия для микрофотографирования и киносъемок (эндофотография и эндокинематография) недоступных для внешнего осмотра, появилась возможность записи на видеомэгнитофон черно-белого или цветного изображения (использовались модификации стандартных фото- и кинокамер). Документирование результатов эндоскопического исследования помогало и помогает объективизации изучения динамики патологических процессов, происходящих в каких-либо биологических тканях и органах.

Использование методов эндоскопии в медицине:

В настоящее время эндоскопические методы исследования используются как для диагностики, так и для лечения различных заболеваний. Современная эндоскопия играет особую роль в распознавании ранних стадий многих заболеваний (в особенности - онкологических) различных органов таких как желудок, мочевого пузыря, легкие и др.

Часто эндоскопию сочетают с контролируемой визуальной биопсией, такими лечебными мероприятиями, как введение лекарств веществ.

Прогресс в развитии эндоскопической аппаратуры и создании микроскопического инструментария привел к появлению нового вида оперативной техники - эндоскопической хирургии. В полые органы или в брюшную полость во время такой операции через эндоскоп и гибкие специальные инструменты-манипуляторы, управляемые

хирургом, что обеспечивает ему возможность наблюдения за своей работой.

Некоторые из перечисленных методов эндоскопии для понимания функционального назначения эндоскопов и требований к их технической реализации и техническому обслуживанию рассмотрим более подробно:

трахеобронхоскопия (часто употребляют более короткое название - бронхоскопия) - эндоскопический метод оценки слизистой оболочки и просвета трахеи и бронхов - так называемого трахеобронхиального дерева. Диагностическое исследование выполняется с помощью гибких эндоскопов, которые вводятся в просвет трахеи и бронхов. Перед выполнением бронхоскопии должно выполняться рентгенологическое исследование органов грудной клетки.

лапароскопия - это лечебное или диагностическое вмешательство на органах брюшной полости. Происхождение термина лапароскопия: laparo- живот, skopeo - смотрю. В отличие от исследований, проводимых через естественные отверстия (рот, анус и пр.), при лапароскопии оптическая трубка, передающая изображение на экран монитора, вводится через троакар, которым протыкается стенка живота. При необходимости выполнить какие-либо лечебные или диагностические манипуляции, через дополнительные троакары вводятся другие инструменты. Диагностические и некоторые несложные оперативные вмешательства выполняются под местной анестезией, большинство лапароскопических операций выполняются под наркозом [25].

диагностическая лапароскопия - это оперативная методика исследования, при которой врач осматривает органы брюшной полости не делая больших разрезов на брюшной стенке. Производятся только несколько (чаще два) небольших разреза. Чтобы увеличить размер поля зрения, в брюшную полость нагнетается небольшое количество газа. Через один разрез вставляется прибор под названием лапароскоп, представляющий из себя тонкую трубку с объективом на одном конце и окуляром на другом (или же другой конец соединяется

с блоком видеокамеры, через который изображение передается на экран монитора или телевизора). Через другой разрез вставляется манипулятор, при помощи которого врач смещает органы брюшной полости, детально осматривая и изучая их, и ставит диагноз.

Раздел. 2. Описание конструкции, принципа работы. Классификации по дополнительным признакам. Основные технические характеристики эндоскопов. Техническая реализация эндоскопов. Классификация эндоскопов

В общем случае, эндоскопом называется устройство, имеющее осветительную, наблюдательную системы и систему управления. Это устройство предназначено для введения во внутренние полости исследуемого объекта с целью осмотра и проведения различных манипуляций. Все эндоскопы делятся на два больших класса: **технические и медицинские.**

Медицинским эндоскопом называется эндоскоп, вводимый во внутренние полости и органы человека через естественные каналы или хирургическим путем. Далее, говоря об эндоскопах, будем иметь в виду только медицинские эндоскопы. Терминология в области медицинских эндоскопов определяется ГОСТ 18305 "Эндоскопы медицинские. Термины и определения".

В зависимости от характера введения (инвазии) и цели применения эндоскопы подразделяются:

- эндоскопы для обследования и хирургического лечения "закрытых" (стерильных) полостей, манипуляций, при которых требуется нарушение целостности кожных покровов и оболочек, которые не имеют связи с внешней средой (лапароскопы, артроскопы, венстрикуло-скопы, торакоскопы);

- эндоскопы для обследования и хирургического лечения органов, имеющих сообщение с внешней средой и имеющих, возможно, свой микробным "пейзаж". К ним относятся: гастрофиброскопы, колонофиброскопы, бронхофиброскопы, ректороманоскопы, эзофагоскопы,

цистоскопы, "жесткие" бронхоскопы, гистероскопы "жесткие" и "гибкие", наиболее эффективные в клинической практике.

В зависимости от назначения, медицинские эндоскопы делятся на следующие типы:

- **смотровой** - медицинский эндоскоп, предназначенный для исследования внутренних полостей и органов человека путем осмотра;

- **биопсийный** - медицинский эндоскоп, предназначенный для взятия пробы ткани с требуемого участка под визуальным контролем с целью последующего гистологического анализа;

- **операционный** - медицинский эндоскоп, предназначенный для проведения диагностических, лечебных и хирургических манипуляций путем введения инструментов под визуальным контролем.

Любой эндоскоп содержит осветительную и наблюдательную системы:

- **осветительное устройство эндоскопа** - функциональный узел эндоскопа, включающий источник света и другие элементы конструкции и предназначенный для освещения наблюдаемого объекта. При этом **светопроводящая система эндоскопа** может быть выполнена в жестком или гибком исполнении. Для передачи света от источника, установленного вне эндоскопа, к его светопроводящей системе служит **световодный кабель эндоскопа** - функциональный узел, состоящий из волоконного световода, в эластичной оболочке, с присоединительными элементами;

- **наблюдательная система эндоскопа** - части эндоскопа, предназначенные для формирования и передачи изображения объекта к наблюдателю (в жестком или гибком исполнении).

Разнообразие эндоскопов по конструкции и назначению требует определенной их классификации, которая осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 23496 "Эндоскопы медицинские. Общие технические требования и методы испытаний".

В зависимости от системы передачи изображения, эндоскопы подразделяют на следующие подгруппы:

- **эндоскопы с волоконной оптикой** - гибкие эндоскопы, в оптической схеме которых используются гибкие волоконные световоды для передачи изображения. Необходимо их отличать от **эндоскопов с волоконным световодом**, в которых освещение наблюдаемого объекта создается световым потоком, передаваемым по волоконному световоду от источника света, установленного вне исследуемой области;

- **эндоскопы с линзовой оптикой** - эндоскопы, оптическая наблюдательная система которых построена с применением линз;

- **эндоскопы тубусные** - простейшие эндоскопы, представляющие собой полую трубку, которая может быть снабжена лупой.

Для применения эндоскопа важное значение имеет исполнение его **рабочей части**, т.е. той части медицинского эндоскопа, которая предназначена для введения в исследуемую область и имеет форму и размеры, соответствующие анатомическому каналу, по которому вводится эндоскоп.

В зависимости от конструкции рабочей части, эндоскопы делятся на следующие типы:

- **гибкие эндоскопы** - медицинские эндоскопы, рабочая часть которых может плавно изгибаться в определенных пределах;

- **жесткие эндоскопы** - медицинские эндоскопы, рабочая часть которых выполнена жесткой.

При этом эндоскопы с волоконной оптикой также подразделяют на гибкие эндоскопы с волоконной оптикой и жесткие эндоскопы с волоконной оптикой.

В зависимости от возраста пациентов, эндоскопы подразделяют на следующие виды:

- **эндоскопы для взрослых;**

- **эндоскопы детские.**

В зависимости от способа регистрации изображения, различают следующие виды эндоскопов:

- **фотоэндоскоп** предназначен для регистрации изображения наблюдаемого объекта на фотопленку при помощи фотографического устройства, расположенного на проксимальном конце эндоскопа;

- **киноэндоскоп** предназначен для регистрации изображения наблюдаемого объекта на кинопленку;

- **телевизионный эндоскоп** обеспечивает передачу изображения наблюдаемого объекта на телевизионный экран;

- **проекционный эндоскоп** предназначен для проецирования изображения наблюдаемого объекта на экран.

Можно отметить, что эндоскопическая аппаратура - это совокупность оптических, механических, электронных и светотехнических систем, объединенных в единый медицинский прибор.

Техническая реализация эндоскопов

Блок-схема оптической системы эндоскопа (рисунок 15), в общем случае, содержит следующие элементы: источник света 1, конденсор 2, волоконный световод 3, переходное устройство 4, светопроводящую систему 5, систему формирования пучка подсветки 6, объектив эндоскопа 7, систему передачи изображения 8, окуляр 9, фотографический объектив 10, фотопленку 11, телевизионный объектив 12, телевизионную камеру 13, монитор 14. При этом позицией 16 отмечена изучаемая биологическая ткань, а 15 - глаз наблюдателя. **Элементы 1 - 6 образуют осветительное устройство, а 7 - 14 - наблюдательную систему эндоскопа.**

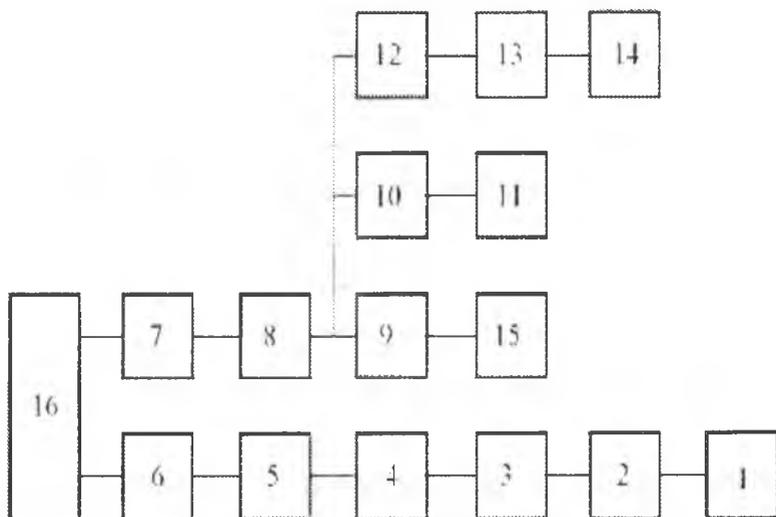


Рис. 15. Блок-схема оптической системы эндоскопа

В конкретной конструкции эндоскопа отдельные блоки могут отсутствовать, причем существуют различные варианты исполнения элементов схемы.

Наблюдательная система эндоскопа состоит из трех основных частей: объектива 1, системы передачи изображения 2 и окуляра 3 (рисунок 16). Так как исследуемый объект располо-

жен перед объективом на конечном расстоянии, то формально данная система может быть отнесена к группе микроскопов. Однако, исходя из особенности конструкции и работы эндоскопа, необходимо отметить, что, во-первых, наблюдательная система имеет малую величину числовой апертуры в пространстве предметов; во-вторых, объектив имеет небольшую величину фокусного расстояния (от 1 мм до 20 мм) и малое относительное отверстие (от 1: 8 до 1:15); в-третьих, расстояние до исследуемой поверхности изменяется в пределах от 10 мм до 100 мм, что в несколько раз превышает величину фокусного расстояния объектива; в-четвертых, отсутствует фокусировка на различные расстояния до объекта. Поэтому эндоскоп целесообразнее рассматривать как телескопическую систему небольшого увеличения, снабженную оборачивающей системой.

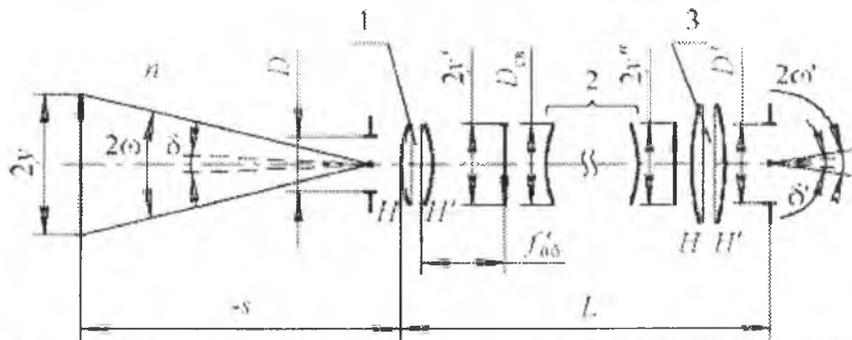


Рис. 16. Принципиальная оптическая схема наблюдательной системы эндоскопа

Все современное эндоскопическое оборудование для нормальной эксплуатации требует температуры окружающего воздуха от +10 до +45°C при относительной влажности от 30 до 80% (без выпадения конденсата) и при нормальном атмосферном давлении от 86,6 до 106 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.). Как правило, рассматриваемое эндоскопическое оборудование для своей эксплуатации в европейских странах и в России требует наличия однофазных сетей электропитания напряжением 220 В ($\pm 10\%$) и частотой 50 Гц.

Для улучшения диагностической ценности эндоскопического исследования большинство эндоскопов снабжено набором инструментов (специальные щеточки, биопсийные щипцы) для забора под контролем зрения образцов ткани (биоптатов) изучаемого органа, которые в дальнейшем могут изучаться с помощью лабораторных методов на предмет наличия опухоли, воспаления, эрозий и других патологических образований.

В настоящее время наиболее востребованы гибкие волоконно-оптические эндоскопы. Широкое применение в клинической практике **гибких эндоскопов** с волоконной оптикой (фиброэндоскопов) началось с шестидесятых годов, когда японские фирмы "Olympus" и "Machida" стали выпускать эзофагогастроскопы на базе волоконной оптики. Чуть позже появились фиброколоноскопы и фибробронхоскопы.

Современные фиброэндоскопы сложны по своей конструкции, в них передача света происходит по волокну - световоду, диаметром в несколько десятков микрон, волокна складываются в жгуты, из них формируют волоконно-оптическую часть оптической системы эндоскопа, которую покрывают защитной оболочкой и размещают внутри гибкого тубуса. В волоконно-оптических деталях световые сигналы передаются по световодам с одной поверхности (торца световода) на другую — выходную как совокупность элементов изображения, каждый из которых передаётся по своей световедущей жиле. В волоконных деталях обычно применяют стеклянное волокно, световедущая жила которого (сердцевина) имеет высокий показатель преломления и окружена стеклом — оболочкой с более низким показателем преломления. Вследствие этого на поверхности раздела сердцевины и оболочки лучи претерпевают полное внутреннее отражение и распространяются только по световедущей жиле. Для передачи изображения применяются жёсткие многожильные световоды и жгуты с регулярной укладкой волокон. На входной торец изображение проецируется объективом, а на выходном наблюдается в окуляр. Качество изображения в таких приборах определяется диаметром световедущих жил, их общим числом и технологией изготовления. Раз-

решающая способность современных гибких эндоскопов составляет 2-5 мм с расстояния 15 мм (это значит, что при этих условиях удастся рассмотреть объект диаметром 1мм), оптическое увеличение – 1,5 раза.

Гибкие эндоскопы не выдерживают автоклавирувания и требуют бережного обращения при манипуляциях (необходимо избегать ударов дистальной части, чрезмерного ее сгибания и скручивания).

Раздел 3. Эндоскопические системы, применяемые в клинической практике

Лапараскопия. Основные этапы развития лапароскопии

Лапароскопию впервые выполнил в 1901 г. российский акушер-гинеколог профессор Д.О.Отт., применив для освещения лобный рефлектор, электрическую лампу и зеркало.

Для осмотра полостей организма человека цистоскоп предложил использовать в 1910 г. шведский врач Г.Якобеус, который ввел термины «лапароскопия» и «торакокопия».

В 1920 г. американец Ондорфф предложил троакар с автоматическим клапаном для введения лапароскопических инструментов и препятствия утечке газа. Углекислый газ для пневмоперитонеума впервые использовал швейцарский хирург Золикофер в 1924 г.

Следующим важным шагом стало создание троакара с дополнительным рабочим каналом для инструментов (немец Х.Кальк, 1929 г.), что позволило применить лапароскопию как лечебную процедуру. Первую лечебную лапароскопию произвел Феверс в 1933 г. Для операции были использованы щипцы и инструмент для холодной коагуляции. В 1938 г. венгерский хирург Я.Вереш предложил конструкцию иглы, которая и поныне используется для прокола брюшной стенки при лапароскопии.

Одним из важнейших достижений в разработке лапароскопов стало изобретение в 1966 г англичанином Хопкинсом системы стержневых линз, которые могли значительно усилить яркость освещения по сравнению с традиционными стеклянными линзами. В это же время появились волоконно-оптические кабели холодного света.

В 1967 г. немецкий ученый и практик К.Земм создал автоматический инсуффлятор, измеряющий внутрибрюшное давление и ско-

рость потока газа. Он также создал лапароскопические инструменты с боковой оптикой и устройство для промывания исследуемой полости потоком жидкости. Вскоре им и его коллегами были разработаны клипсаппликатор, ножницы с крючком, микроножницы, атравматичные щипцы, вакуумный иммобилизатор матки и морцеллятор тканей.

С целью уменьшения риска повреждений кишечника и забрюшинных сосудов при лапароскопии в 1971 г. Хадсон разработал троакар с тупым стилетом, который вводили непосредственно в брюшную полость через малый разрез.

В 1979 г. для диссекции и коагуляции тканей впервые применили лазер. Однако дальнейшего распространения для лапароскопии лазерная технология не получила.

Переворот произошел в 1986 г. после создания миниатюрных цветных видеокамер. Возможность передавать изображение от окуляра лапароскопа на монитор используется в видеоэндоскопической хирургии.

Жесткие эндоскопы можно охарактеризовать как этап, на котором усилия разработчиков были сконцентрированы на увеличении эндоскопического поля зрения. Этот этап был завершен с момента появления фиброволокна, с помощью которого осуществляется передача изображения. Фиброволоконные эндоскопы дают возможность исследовать весь желудочно-кишечный тракт, включая тонкую кишку. Однако разрешающая способность оптических эндоскопов ограничена количеством световодов в пучке. Увеличение количества волокон приводит к улучшению качества изображения, но при этом становится больше диаметр эндоскопа.

На следующем этапе усилия ученых были направлены на увеличение разрешающей способности эндоскопов, появились первые эндоскопы с электронной передачей изображения. Видеоэндоскопия возникла как побочный продукт технического прогресса в микроэлектронике в конце 60-х годов. В видеоэндоскопе нет фиброволоконного пучка и линз, их функцию выполняет электронный датчик или CCD-чип, находящийся на дистальном конце эндоскопа. Число пикселей в CCD-чипе, определяющее качество передаваемого изображения, может быть увеличено значительно проще, чем количество световых волокон в ограниченном пространстве оптического эндоскопа. Это устройство посредством потока электронов передаст изображение в видеопроцессор, а затем картинка проецируется на телевизионный монитор. CCD-чип создан фирмой Bell и ее учеными Willard

S.Boyle и George E. Smith в 1969 г., и был представлен широкой общественности весной 1970 г.

Первая попытка создать коммерческий видеоэндоскоп была сделана в 1979 - 1980 г.г. фирмой Welch Allyn Inc. (США), длительное время выпускавшей различное диагностическое оборудование для космонавтики и медицины. Врачи, впервые пользовавшиеся видеоэндоскопом, отметили существенные отличия. Отпала необходимость в удерживании эндоскопа на уровне глаз. Появилась возможность осуществлять управление дистальным концом в положении, удобном для эндоскописта, а наблюдение за эндоскопическим изображением вести по телевизионному монитору. Сама конструкция видеоэндоскопов предполагает более высокую их надежность по сравнению с оптическими эндоскопами, где для передачи изображения служат фиброволокна, которые достаточно ломкие и значительно усложняют конструкцию эндоскопа. Вскоре фирмы Fujinon и Olympus приступили к выпуску видеоэндоскопов, существенно опередив Welch Allyn Inc. в производстве этого оборудования. Будет ли внедрение видеоэндоскопии сигналом к началу новой эпохи в гастроинтестинальной эндоскопии? С момента появления видеоэндоскопии ответами на эти вопросы были и "да" и "нет" в зависимости от того, кто на них отвечал. Приверженцы новой технологии утверждали, что это лишь вопрос времени - когда видеоэндоскопия докажет свое убедительное превосходство. Консервативная точка зрения состояла в том, что традиционные эндоскопы вполне удовлетворяют потребности и дешевле в обслуживании, чем видеоэндоскопы. Многие сходились во мнении, что эти две технологии будут существовать какое-то время вместе, и что опыт применения традиционных эндоскопов будет полезен для специалистов, работающих с видеоэндоскопами.

Однако с 90-х годов, с момента появления видеоэндоскопов с высокой разрешающей способностью (high-resolution endoscopes), видеоэндоскопия стала развиваться как доминирующая технология. В 1989 г., спустя шесть лет с момента создания первого видеоэндоскопа, было предсказано, что общее количество пикселей в CCD-чипе достигнет $(4 \cdot 10)^5$, а размеры его не будут превышать 5,6 мм x 3,5 мм. При этом станет возможным создание эндоскопа с диаметром около 9 мм и высочайшей разрешающей способностью. По сравнению с системой передачи телевизионного изображения NTSC, это число пикселей в CCD-чипе является верхним пределом их эффективного количества. Поэтому видеоэндоскоп с 400.000 пикселей в

CCD-чипе был мечтой для производителей эндоскопического оборудования, а воплощение этой мечты в реальность стало исторической вехой в развитии эндоскопической техники. За период с 1993 по 1997 г.г. фирмы Fujinon, Toshiba, Pentax выпустили видеоэндоскопические системы с разрешающей способностью более 400.000 пикселей.

Следующим этапом стало появление hi-vision эндоскопов, использующих на порядок больше пикселей со значительным улучшением качества изображения, получаемого с помощью последних моделей видеоэндоскопов. В 2000 г. фирмой Fujinon выпущен первый в мире видеоэндоскоп с 850.000 пикселей в CCD-чипе, что явилось первым шагом в этом направлении.

Высокая разрешающая способность современных видеоэндоскопов позволяет правильно и точно диагностировать заболевания, особенно в начальной стадии, когда, например опухоль еще настолько мала, что ее практически невозможно различить через оптический эндоскоп. Японские врачи, приступив к широкому использованию видеоэндоскопов с начала 90-ых годов, добились того, что более 50% случаев опухолей ЖКТ диагностируется в ранней стадии. Фирма Olympus первая в мире создала видеоэндоскоп с увеличением 150 крат, что прижизненно позволяет проводить морфологическое исследование внутренних органов.

Первая в России видеоэндохирургическая операция – холецистэктомия - была выполнена в 1991 г. профессором Ю.И. Галлингером.

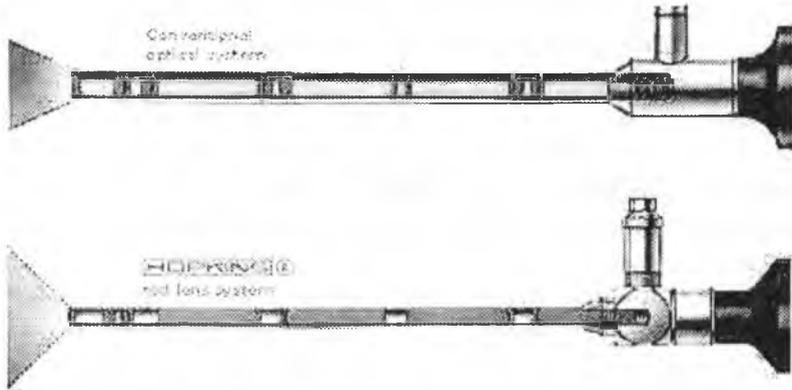
Эндоскопическая хирургия принципиально изменила методики лечения многих заболеваний. В настоящее время до 50% абдоминальных операций в клиниках выполняют лапароскопией. В ближайшее время эта цифра может возрасти до 70%.



Пример. Основной набор эндоскопических аппаратов и инструментов:

- троакары (клапанные и плунжерные диаметром 5 - 10 мм с пирамидальным и конусовидным стилетами);
- лапароскоп (для осмотра органов брюшной полости и малого таза, передачи через видеокамеру цветного изображения на монитор процесса операции);
- эндохирургические ножницы (для разведения тканей при работе с троакаром);
- эндохирургические электроды (для разъединения тканей и их коагуляции);
- щипцы биопсийные (для взятия образцов тканей для исследования);
- диэлектрический зажим, диссектор (для захватывания тканей);
- клипатор эндохирургический (кровоостанавливающий зажим, предназначен для наложения металлических клипсов с наборами кассет и картриджей с клипсами);
- эндохирургический тканевый зажим с кремальерой (для захватывания тканей при операции);
- аспиратор-ирригатор (для промывания полостей и отсасывания жидкостей);
- игла Вереша (для прокалывания брюшины и подачи газовой смеси);
- сачок (для извлечения удаляемых органов и тканей);
- ретрактор (для отодвигания органов во время операции);
- пункционная и биопсийная иглы (для отбора проб тканей и забора жидких фракций);
- переходник (для замены троакара меньшего диаметра на троакар большего размера);
- другие инструменты (для наружного обслуживания);
- комплект для полостной лапароскопической операции (при необходимости перехода с эндоскопической операции).

Жесткие эндоскопы



Оптика производства Karl Storz (включает в себя оригинальную стержневую линзовую систему Hopkins)

Жесткий эндоскоп (оптическая трубка) состоит из системы передачи изображения и системы передачи света.

Система передачи изображения состоит из набора обычных или стержневых линз, который заключен во внутреннюю металлическую трубку.

Система передачи света состоит из оптического волокна, которое расположено между двумя металлическими трубками: наружной и внутренней.

Основные параметры жестких эндоскопов:

- диаметр рабочей части
- длина рабочей части
- угол направления наблюдения
- угол поля зрения.

Диаметр рабочей части выбирают исходя из входного отверстия обследуемого объекта так, чтобы не происходило зажатия рабочей части эндоскопа.

Длина рабочей части жестких эндоскопов обычно находится в пределах от 100 до 1000 мм и изменяется с шагом 100 - 200 мм. Чем меньше диаметр рабочей части, тем меньше максимальная длина эндоскопа.

Угол направления наблюдения выбирают исходя из того, что нужно контролировать. Прямое наблюдение производят эн-

доскопами с углом направления наблюдения 0 или 30 градусов, боковое наблюдение осуществляют эндоскопами 45, 75, 90 градусов. Угол направления наблюдения может быть и плавно изменяемым в эндоскопах с качающейся призмой - от 30 до 120 градусов.

Угол поля зрения, как правило, варьируется от 60 до 90 градусов. При этом необходимо учитывать, что увеличение поля зрения приводит к уменьшению детализации, т.е. можно видеть много и мелко или мало и крупно.

Основное преимущество жестких эндоскопов - высокая разрешающая способность: до 25 линий на миллиметр.

Лапароскоп — медицинский эндоскоп, вводимый путем прокола брюшной стенки в брюшную полость для исследования и лечения ее.

Лапароскоп представляет собой металлическую трубку со сложной системой линз и световодом.

Лапароскопы, как правило, представляют собой наборы инструментов, в минимальный комплект поставки которых входят стилеты, троакары, троакарные трубки, инсуфлятор, осветитель и набор инструментов для диагностики и проведения терапевтических процедур.

В отдельную группу выделены лапароскопы, предназначенные для торакоскопии - исследования органов грудной клетки - и для некоторых хирургических операций. Данные наборы отличаются от традиционных наборов специфическим инструментарием, характерным значительной изогнутостью рабочей части щипцов, захватов, ножниц.

Для прокола стенок полостей внутрь троакарной трубки вставляют стилет. В зависимости от конструктивного исполнения, диктуемого назначением, стилеты могут иметь различную форму рабочего конца: пирамидальную (трех- или четырехгранную) и коническую (рис. 17).

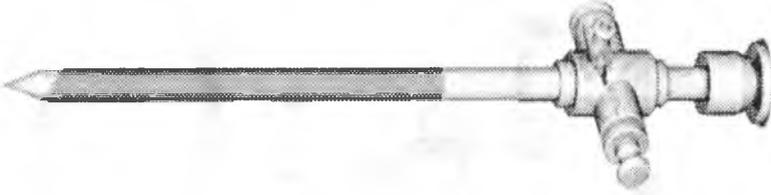


Рис. 17. Троакар со стилетом.

Лапароскопический набор может быть рассчитан как на одну, так и на две или более пункций (проколов).

В первом случае набор комплектуется специальной встроенной оптической трубкой, обязательно содержащей инструментальный канал. При этом окуляр размещается под углом к инструментальному каналу или параллельно ему.

Во втором случае в комплект включают несколько троакаров, один из которых используется для размещения сменной оптической трубки, а другие - для инструментов.

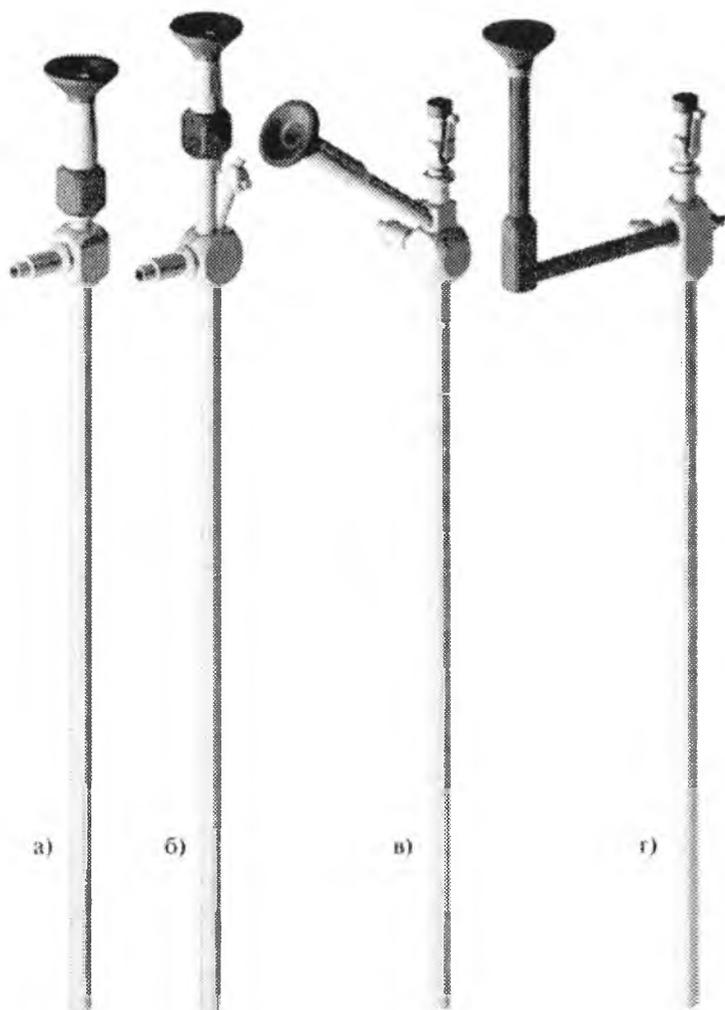


Рис.18. Лапароскопы: а) двухпункционный лапароскоп; б) однопункционный лапароскоп с инструментальным каналом; в) однопункционный лапароскоп с окуляром, расположенным под углом к инструментальному каналу; г) однопункционный лапароскоп с окуляром, расположенным параллельно инструментальному каналу

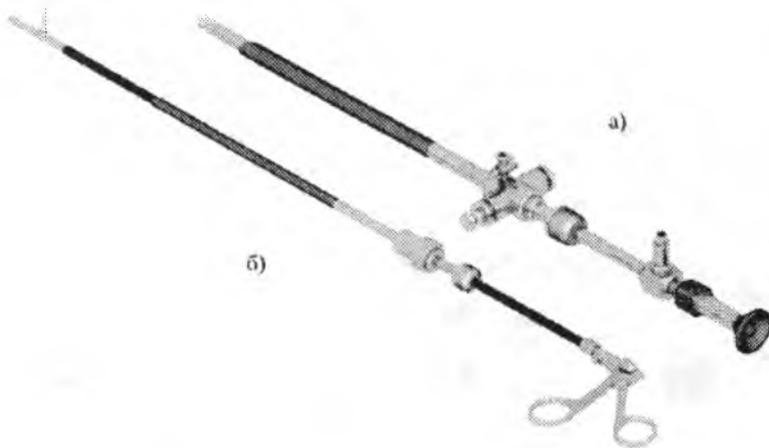


Рис. 19. Двухпункционный лапароскоп: а) троакар с оптической трубкой; б) троакар с биопсийными щипцами

В общем случае разные типы лапароскопов отличаются между собой диаметром, входным углом поля зрения, направлением поля зрения, а также рабочей длиной.

Диаметр лапароскопа может быть 10 мм, 6,5 мм, 5 мм, 4 мм, 2,9 мм, 2,7 мм и менее.

Входной угол зрения - угол, в пределах которого лапароскоп передаёт входное изображение.

Направление оси зрения - 0° , 30° , 45° , 70° , 90° .

Если направление оси зрения составляет 0° , то лапароскоп называют торцевым или прямым. В остальных случаях лапароскоп называют косым, эта оптика более функциональна и удобна при работе в условиях двумерного изображения. В эндоскопической хирургии наиболее распространена оптика с углом 30° [24].

Объектив эндоскопа предназначен для формирования уменьшенного изображения исследуемых объектов. Так как изображение, построенное объективом, должно иметь малый размер, обусловленный малыми поперечными размерами оптической трубки эндоскопа, объективы должны иметь малую ве-

личину фокусного расстояния. Именно это обстоятельство позволяет проводить наблюдение объектов, расположенных на различных расстояниях от объектива без перефокусировки. Показано, что для этого достаточно, чтобы фокусное расстояние объектива эндоскопа было в $8\div 10$ раз меньше расстояния до объекта наблюдения.



Элементы оптической системы лапароскопов

Оптическая система лапароскопа состоит из широкоугольного объектива, нескольких секции переноса изображения и окуляра.

Широкоугольный объектив создает изображение в своей фокальной плоскости, которое затем переносится в фокальную плоскость окуляра.

Объектив эндоскопа можно отнести к оптическим системам с малым фокусным расстоянием (от 3 до 20 мм), которые при сравнительно небольших относительных отверстиях обладают большими угловыми полями в пространстве предметов.

В самом простом варианте объектив эндоскопа может быть выполнен в виде одиночной линзы. Для увеличения поля зрения в широкоугольных эндоскопах перед объективом устанавливается плоско-вогнутая линза, обращенная плоской стороной к предмету, которая одновременно играет роль защитного стекла. Для обеспечения требуемого угла направления наблюдения в оптическую схему между объективом и защитным стеклом может вводиться призма (рис. 20). Очевидно, что

для уменьшения ее размеров необходимо рассчитывать систему таким образом, чтобы призма располагалась в области входного зрачка. Таким образом, собственно короткофокусный объектив работает с вынесенным входным зрачком, который удален от него на большое расстояние (по сравнению с его фокусным расстоянием). Именно эта особенность определяет форму однолинзового объектива эндоскопа как плоско-выпуклой линзы, обращенной плоской поверхностью к удаленному предмету.

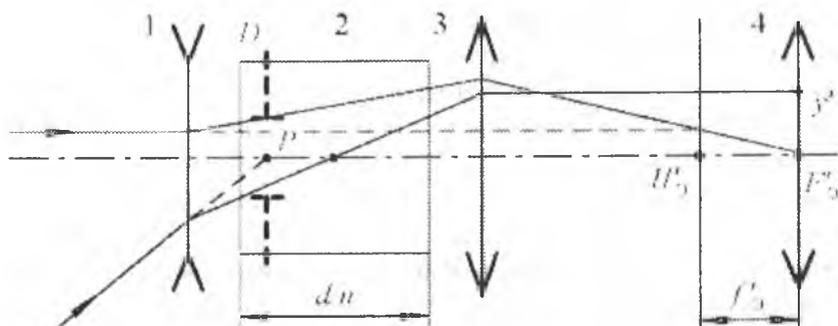


Рис. 20. Принципиальная схема оптической системы лапароскопа: защитное стекло 1, призма 2, линза 3 объектива и коллектив 4 образуют сложный объектив, принципиальная схема которого представляет собой перевернутый телеобъектив

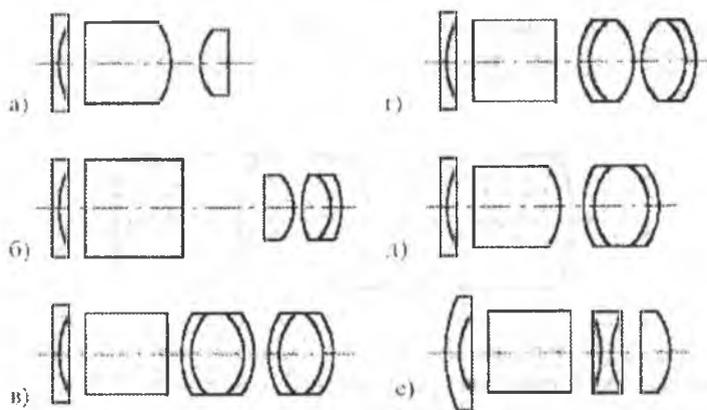


Рис. 21. Оптические схемы объективов эндоскопов

Все схемы, представленные на рис. 21, содержат в себе призму, причем базовая плоско-выпуклая линза может выполняться либо непосредственно на призме, либо наклеиваться на нее.

Моментальное склеивание обеспечивают цианакрилатные клеи, имеющие высокую адгезию к самым различным материалам (металлами их сплавам, пластическим массам, стеклу, резине). Клеи сохраняют высокие прочностные характеристики при низких и повышенных температурах.

Наличие воздушных промежутков между линзами объектива эндоскопа может привести к запотеванию оптики в процессе работы. Для исключения этого при уменьшении диаметра эндоскопа объектив выполняют в виде единого блока, состоящего из склеенных между собой двух положительных линз из материала с высоким показателем преломления, разделенных отрицательной линзой из материала с низким показателем преломления, например, фтористого натрия, у которой радиусы кривизны поверхностей отрицательной линзы равны между собой (рис. 22). Кроме того, для улучшения качества изображения за счет коррекции хроматических аберраций одна из положительных линз головного объектива, например, вторая, состоит из склеенных между собой положительной и отрицательной линз из материалов с близкими значениями показателей преломления и различными по величине дисперсиями, так что радиус склейки влияет только на коррекцию хроматизма увеличения.

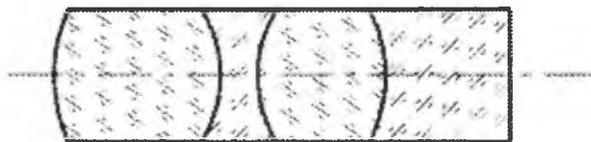


Рис. 22. Оптическая схема объектива эндоскопа с малым рабочим диаметром. Объектив при фокусном расстоянии 3 мм, угловом поле в пространстве предметов 90° и наибольшем световом диаметре линз 3,6 мм обеспечивает размер изображения 6 мм

Оптическая система эндоскопа, построенная на основе граданов, в общем случае включает следующие элементы: высокоапертурный градан, формирующий изображение пространства предметов (градан-объектив); низкоапертурный градан с большим периодом, передающий изображение на заданную длину (градан-транслятор); линзовые компоненты, выполняющие роль компенсатора aberrаций градиентных элементов; окуляр. Градан-транслятор может быть либо отделен воздушным промежутком от градана-объектива, либо склеен с граданом-объективом.

Одним из преимуществ граданных элементов является возможность замены двумя граданами нескольких десятков микролинз, составляющих оптическую схему эндоскопа. В эндоскопах, созданных на основе классической оптики, количество оптических деталей достигает 60, а число границ "стекло - воздух" - более 30. Поэтому даже при наличии многослойных просветляющих покрытий коэффициент интегрального светопропускания не превышает величины от 40 до 50%. В случае применения градиентных элементов, в которых оптика дистального конца эндоскопа имеет только две отражающие поверхности, коэффициент интегрального светопропускания значительно возрастает и достигает величины от 85 до 75% при длине градана-транслятора от 50 до 200 мм.

Таким образом, оптические системы, построенные на основе градиентной оптики, обладают высокой технологичностью и повышенным светопропусканием.

Окуляр позволяет рассматривать расположенное перед ним изображение с определенным видимым увеличением. Так как видимое увеличение телескопической системы эндоскопа меньше 1, то угловое поле окуляров меньше, чем угловое поле объективов. Поэтому во многих оптических системах эндоскопов окуляры имеют достаточно простую конструкцию, например, они могут быть выполнены в виде двухлинзовой склейки.

Изменение рабочего расстояния эндоскопа при сохранении его видимого увеличения может быть достигнуто путем ис-

пользования в схемах окуляров с различными фокусными расстояниями.

Диоптрийная подвижка окуляров эндоскопов должна обеспечивать получение резкого изображения объекта, находящегося на рабочем расстоянии, при наблюдении глазом с аметропией в пределах не менее ± 5 дптр.

В объектив лапароскопа можно смотреть глазом - так это делалось на протяжении многих десятилетий.

Под инсуфлятором понимается специальный насос для закачки углекислого газа или закиси азота и поддержания заданного давления (инсуфляции) в исследуемой полости. Данная процедура необходима для обеспечения обзора этой полости и создания оперативного рабочего пространства. Закачка чаще всего происходит через отдельный прокол, выполняемый воздушной канюлей, называемой также иглой Вереща.

Насос для аспирации и ирригации, иногда именуемый акупуратором, является двухрежимным и содержит две емкости, одна из которых предназначена для сбора, а другая - для подачи жидкости в операционную полость.

Информативность эндоскопической аппаратуры зависит от используемого осветителя, его параметров и режимов работы.

В медицинских эндоскопах в качестве осветителей используют, как правило, волоконные осветители, в которых передача света от источника излучения в заданную зону осуществляется по осветительным волоконно-оптическим жгутам (рис. 24). Использование оптических и электрических разъемов облегчает эксплуатацию как осветителей, так и эндоскопов. Для формирования заданной освещенности на наблюдаемой поверхности требуется применение мощных источников света с регулируемой яркостью, а это, в свою очередь, ведет к необходимости создания устройств охлаждения и управления.

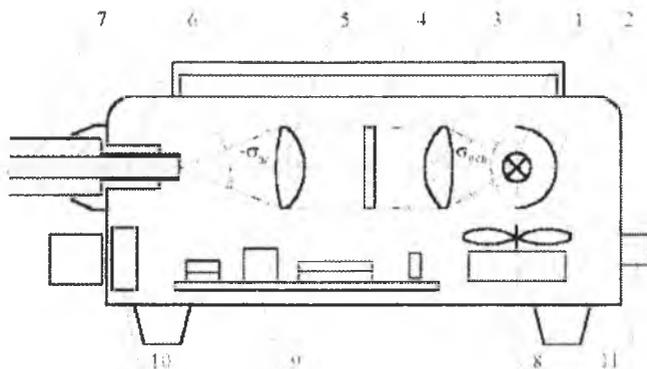


Рис. 24. Принципиальная схема осветителя для лапароскопа

Оптическая система включает источник излучения 1, световой поток которого собирается и формируется с помощью отражателя 2 и конденсора, состоящего из линз 3 и 5. Для защиты входного торца волоконного осветительного жгута 6 от сильных тепловых воздействий в конденсор встраивается теплофильтр 4. Осветительный жгут посредством разъема 7 стыкуется с источником излучения.

Световой поток от источника излучения с помощью оптической системы собирается, фильтруется и фокусируется на входном торце осветительного жгута. Для поддержания требуемого теплового режима внутри источника света встраивается вентилятор 8. Для управления работой осветителя предусматривается электронный блок 9, регулирование яркости излучателя при ручном управлении выполняется регулятором 10. С помощью разъема 11 осветитель подсоединяется к источнику электрического питания.

В качестве источников оптического излучения используются галогенные, ксеноновые и металлогалогидные лампы.

Наиболее дешевые и доступные лампы - галогенные, мощностью от 100 до 300 Вт. Для этих ламп характерны малый ресурс работы (до 100 ч), невысокая цветовая температура (до 3500 К), отрицательно сказывающаяся на качестве передачи цвета изображения, которое окрашивается в желтоватые тона. Та-

кие лампы мощностью до 150 Вт могут использоваться в осветителях диагностических комплексов, работающих с глазом. В случае использования видеокамеры для получения качественного изображения на экране монитора, освещенность объекта исследования должна быть более высокой. В этом случае необходимо использовать галогенные лампы мощностью не менее 250 Вт.

Более перспективный осветитель - прибор с ксеноновой лампой, которая по сравнению с галогенной имеет спектр излучения, приближающийся к естественному (6 000 К). Ресурс ее работы приближается к 1000 ч. Источник света на ксеноновой лампе позволяет получить большую освещенность объектов исследования при меньших затратах электроэнергии, так как КПД у нее выше, чем у галогенной.

Оптимальным для видеосистем является источник света, содержащий металлогалогенные лампы. При цветовой температуре 5 200 К они имеют спектр света, оптимизированный к ПЗС-матрицам видеокамеры, высокий ресурс работы (до 1000 ч) и высокий КПД. При мощности 50 Вт эти лампы обеспечивают такую же освещенность, как ксеноновые при 150 ÷ 200 Вт и галогенные при 250 ÷ 300 Вт.

Как правило, лампы питаются от сети переменного тока через понижающий трансформатор напряжением 12 или 24 В. Из-за высокой температуры кварцевых колб ламп требуется их принудительное охлаждение, осуществляемое с помощью воздушной вентиляции. Излучение ламп фокусируется на торец волоконного жгута конденсором, относительное отверстие которого от 1 : 1 до 1 : 1,5. Для предотвращения перегрева жгута в оптическую систему вводится теплофильтр из стекла СЗС21 или СЗС23 толщиной 2 ÷ 3 мм. Для предотвращения растрескивания светофильтров их целесообразно устанавливать в схеме там, где сечение пучка лучей максимально, а облученность минимальна. Световой поток лампы регулируется либо вручную, либо автоматически от сигнала видеокамеры. В осветителях регулирование освещенности может быть выполнено снижением напряжения на лампе, но при этом неизбежно некоторое изме-

нение цвета освещения. Если это нежелательно, то может применяться заслонка, вводимая между линзами конденсора в районе параллельного хода лучей. Менее желательно введение нейтральных фильтров. Осветители для фотосъемки снабжаются автоматическими импульсными осветителями и экспонометрами. Форма сечения входного торца осветительного жгута выбирается, в зависимости от формы тела накала источника света, либо круглой, либо прямоугольной. Выходному торцу придается кольцевая или прямоугольная форма, обеспечивающая высокую степень равномерности освещения объекта.

В таблице приведены характеристики некоторых галогенных ламп, часто используемых в осветителях эндоскопов.

Характеристики галогенных ламп

Марка лампы	Напряжение питания, В	Мощность, Вт	Цветовая температура, К
КТМ-9-25	9	25	3200
КТМ-9-75	9	75	3200
КГМ-12-100	12	100	3200
КГМ-24-150	24	150	3200
КГМ-30-300	30	300	3200

Для регулирования освещения исследуемой поверхности в осветители встраиваются регуляторы яркости, узлы совмещения оптических осей конденсора и осветительного жгута, а также органы управления устройствами охлаждения.

Конденсор передает свет от источника на входной торце осветительного жгута. Линзовые конденсоры удобны тем, что позволяют разместить вокруг лампы несколько конденсоров и послать свет одновременно в такое же количество жгутов, которые в дальнейшем могут объединиться в один жгут или расходиться к различным приборам. Каждый из таких конденсоров содержит от 3 до 5 линз, при этом ближайšie к лампе линзы сильно нагреваются и во избежание растрескивания выполняются из кварца. Все это приводит к значительной массе и сложности устройства, но светотехнические параметры таких систем выше, чем зеркальных. Зеркальные конденсоры имеют форму

отрезка эллипсоида вращения, в одном фокусе которого размещено тело накала источника света, а во втором - торец жгута. Такие конденсоры посылают свет лишь в один жгут. Соответственно, их общий КПД ниже, чем у системы с линзовыми конденсорами. Кроме того, при расположении жгута вдоль оси конденсора колба лампы попадает в сноп отраженных от него лучей и частично экранирует торец жгута. Преимуществом зеркальных конденсоров является легкость, простота конструкции, возможность отфильтровывания инфракрасных лучей, проходящих сквозь интерференционное зеркальное покрытие, рассеивающихся в коже блока и не перегревающих торец жгута.

Соединение конденсора и лампы в единый разъемный блок, часто включающий в себя и гнездо для осветительного жгута, значительно упрощает эксплуатацию системы и не требует юстировки лампы относительно конденсора и последнего относительно торца жгута, хотя и приводит к необходимости замены всего блока, если лампа перегорит. Выпускаются осветители с двумя лампами, способными работать поочередно. Это дает возможность оперативно переходить на вторую лампу при перегорании первой, которая заменяется позже. Удобным считается наличие счетчика ресурса лампы, фиксирующего время ее работы и дающего возможность своевременно произвести замену источника излучения.

Осветители обеспечивают величину освещенности входного торца осветительного жгута до десятков мегалюкс.

Для согласования наблюдаемого и освещенного полей осветительный жгут в эндоскопе может определенным образом ориентироваться относительно волоконно-оптического жгута с регулярной укладкой, служащего для передачи изображений. При этом угол между осями наблюдательного и осветительного каналов выбирается таким образом, чтобы максимально обеспечить освещение всего поля зрения наблюдательного канала при положении объекта в пределах диапазона рабочих расстояний. Для согласования размера освещенного поля и поля зрения наблюдательного канала после осветительного жгута может устанавливаться дополнительный объектив. Если ди-

стальной конец осветительного жгута разделен на два жгута или выполняется в виде кольца, коаксиально расположенного относительно регулярного жгута, передающего изображение, то в таком эндоскопе легче осуществить равномерное освещение всего поля зрения (рис. 25).

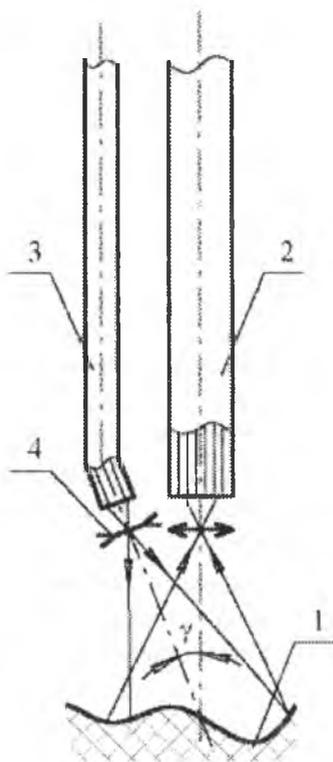


Рис. 25. Схема согласования полей зрения осветительного и наблюдательного

Вчера - линзы, завтра - "чип на наконечнике". Инвестиции Olympus в эти новые технологии представляют собой шаг в следующее поколение лапароскопов. Устранение классической системы линз и объединение различных частей оптической це-

пи (световодный кабель, видеокамера) приводят к улучшению качества изображения, так же как к возможности эффективной обработки лапароскопов и подготовки их к операции.

Лапароскопический 5-мм инструмент LigaSure™ Lap (рис. 26) обеспечивает большие возможности для операции и запаивания тканей в труднодоступных местах. Универсальное схватывание для различных типов ткани. Может соединять ткани и кровеносные сосуды диаметром до 7 мм в диаметре без их пережатия. При этом зона теплового воздействия не превышает 2 мм.



Рис. 26. Лапароскопический инструмент LigaSure Lap

Гибкие эндоскопы

Конструкция гибкого эндоскопа

В гибких эндоскопах визуальная и осветительная системы состоят из волоконной оптики, смонтированных внутри гибкой трубки. Канал для передачи изображения представляет собой линзовый объектив, который строит изображение исследуемого объекта на торце волоконно-оптического кабеля передачи изображения. Кабель передачи изображения состоит из большого числа волокон, толщина которых 10-12 микрон. Расположение торцов волокон на входе кабеля точно соответствует расположению на выходе. Изображение, полученное на конце кабеля, рассматривается через окуляр, имеющий диоптрийную подвижку.

Для обеспечения возможности изменения направления наблюдения в процессе исследования гибкие эндоскопы имеют

управляемый дистальный конец, который может изгибаться от своего первоначального положения под некоторым углом. В некоторых моделях угол изгиба может превышать 200°

В операционных эндоскопах предусмотрен канал для введения хирургического инструмента по полимерной трубке. Дистальный управляемый конец эндоскопа крепится к тубусу.

При эндоскопии различных органов человека большое значение имеют оптимальные жесткостные характеристики тубусов гибких эндоскопов, так как от них в определенной степени зависит возможность проведения эндоскопического исследования. Малая жесткость на изгиб может не позволить ввести эндоскоп в физиологический канал или затруднит проведение исследований в связи с плохой управляемостью. Изображение объекта, наблюдаемого через гибкий эндоскоп, не должно быть повернуто относительно объекта более чем на $\pm 15^\circ$, что обеспечивается требуемой жесткостью на кручение.

Тубусы медицинских эндоскопов имеют два типа конструкции: с пластмассовой оболочкой, насаженной на металлическую плетенку, в свою очередь, надетую на одинарную (тип I) либо двухслойную или трехслойную спиральную металлическую оболочку.

Тубусы с одинарной спиральной оболочкой широко распространены в гибких эндоскопах для исследования верхних отделов пищеварительного тракта человека. Для исследования нижних отделов пищеварительного тракта применяются в основном тубусы с трехслойной спиральной оболочкой, что обусловлено повышенными требованиями по жесткости тубуса колоноскопов на кручение. Эти повышенные требования обеспечиваются с помощью тройной спиральной оболочки, составленной из спиралей с разным направлением навивки.

В тубусах гибких медицинских эндоскопов применяются в основном три способа сцепления пластмассовой оболочки с металлической плетенкой.

Первый способ - пластмассовая оболочка раздувается воздухом и надевается на металлическую плетенку, внутрь кото-

рой вставлена оболочка из спиральной пружины с натягом по диаметру.

Второй способ - пластмассовая оболочка наносится на металлическую плетенку методом экструзии. При этом материал оболочки проникает в промежутки между элементами металлической плетенки и тем самым обеспечивает их хорошее сцепление.

Третий способ - пластмассовая оболочка раздувается воздухом и надевается на металлическую плетенку со спиральной оболочкой с небольшим натягом, а затем внутрь оболочки, установленной вертикально, свободным истечением проливают растворитель в количестве, равном внутреннему объему тубуса. В процессе испарения растворителя происходят усадки набухшего полимера оболочки и снятие внутренних напряжений, возникающих в оболочке при ее экструзии. Это приводит к плотному облеганию металлической плетенки и проникновению полимера в ячейки металлической плетенки.

Необходимо обеспечить плавную и легкую управляемость дистального конца эндоскопа (см. рис. 27), в котором объединяются: объектив 1, регулярный жгут 2 для передачи изображения, линза осветительного канала 3, осветительный жгут 4, полимерная трубка 6 для подачи жидкости при очистке защитного стекла объектива эндоскопа через форсунку 5 или воздуха для раздувания исследуемой внутренней полости с целью расправления складок стенок полости, гибкие сочленения 9, тонкие металлические тросы управления 10, выполняющие роль тяг при изгибе дистального конца, помещенные в гибкие металлические оболочки 11 – боудены (спиральные пружины из проволоки, навитые вплотную). В операционных эндоскопах предусмотрен канал 7 для введения хирургического инструмента по полимерной трубке 8. Дистальный управляемый конец эндоскопа крепится к тубусу.

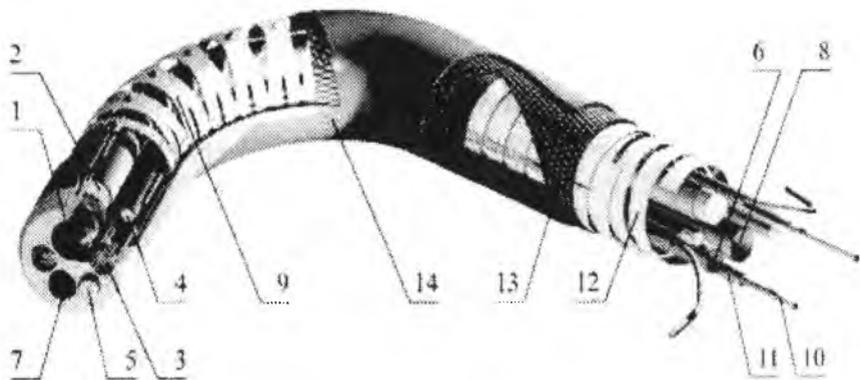


Рис. 27. Дистальный конец гибкого эндоскопа

В настоящее время существует множество вариантов гибких сочленений управляемой части эндоскопа, но наиболее распространенной остается конструкция, представленная на рисунке, называемая «раковой шейкой» (рис. 28).

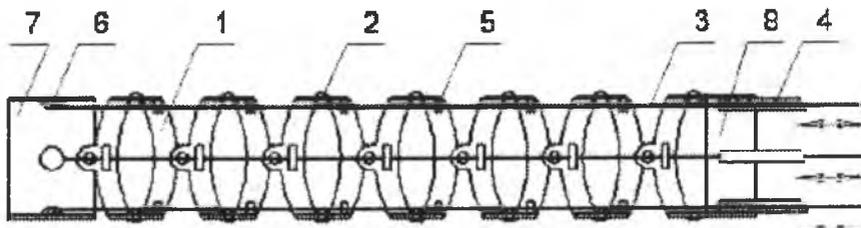


Рис. 28. Гибкие сочленения управляемой части эндоскопа типа «раковая шейка»

Кольца специальной формы 1 шарнирно соединены между собой клепками 2 так, что получается подвижная система, имеющая две степени свободы – изгибы в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Управление изгибом осуществляется двумя парами тросов 3, которые пропущены сквозь гибкие металлические оболочки 4, припаянные к последнему кольцу 8, а в пределах управляемой части – сквозь кольца 5, припаянные с

238

внутренней стороны к кольцам 1. С дистальной стороны в точках 6 тросы припаяны к кольцу 7, к которому крепится объектив эндоскопа.

Для повышения надежности при эксплуатации и упрощения конструкции предложено гибкое сочленение для эндоскопа, представленное на рисунке 29.

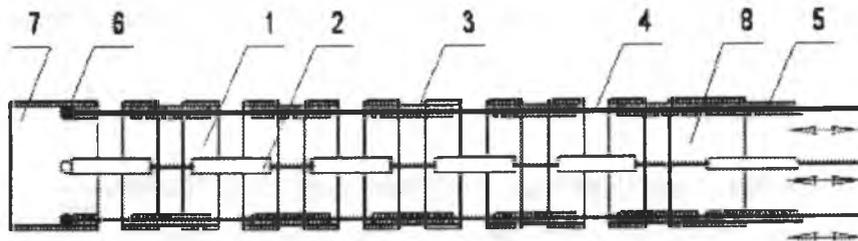


Рис. 29. Гибкие сочленения управляемой части эндоскопа с плотно навитыми пружинами

Конструкция гибкого сочленения для управляемой дистальной части эндоскопа выполнена в виде каркаса из колец 1, соединенных внутри между собой отрезками оболочек тросов 2 и 3, выполненных в виде пружин с плотно навитыми витками, внутри которых протянуты управляющие тяги-тросы 4, зафиксированные одним концом 6 на первом кольце 7. При этом кольца соединены между собой в шахматном порядке. Отрезки оболочек тросов одновременно выполняют функции направляющих колец и шарнирных соединений ввиду своей гибкости. В этом случае отпадает необходимость в клепках, как в предыдущем варианте, достаточно того, что отрезки легко изгибаются, в результате чего изгибается и вся конструкция гибкого сочленения. К последнему кольцу 8 припаяны четыре боудена 5, сквозь которые пропущены тросы управления.

Для получения изгиба управляемой части в одну из сторон при помощи любого механизма управления осуществляют натяжение одной из тяг-тросов 4 на некоторую величину. При этом группы наружных колец 1 сближаются друг с другом, образуя профиль через изгибание отрезков оболочек тросов 2 и 3.

Таким образом, манипулируя натяжением одного из тросов 4 или комбинируя натяжения пар тросов, можно добиться изгиба управляемой части в любую сторону. Пружинно-кольцевая структура конструкции позволяет всему механизму после прекращения натяжения тросов автоматически возвращаться в исходное (прямое) состояние, что удобно при эксплуатации.

Еще один из возможных вариантов гибкого сочленения управляемой части эндоскопа рассмотрен в работе [26] и представлен на рисунке 30.

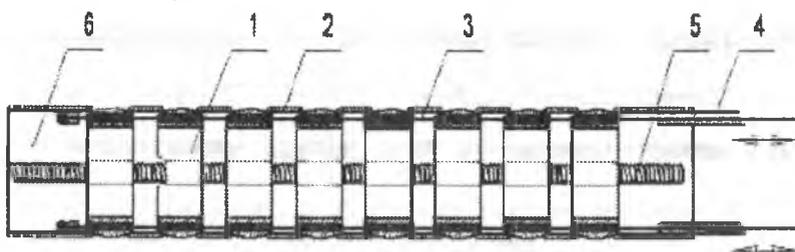


Рис. 30. Гибкие сочленения управляемой части эндоскопа

Конструкция содержит основные кольца 1 со сферической боковой поверхностью, в которых выполнены отверстия для размещения тросов 3 управления и гибких упругих связей 5 и дополнительные цилиндрические кольца 2, установленные так, чтобы частично перекрывать внешнюю поверхность основных колец. К последнему кольцу припаяны боудены 4, сквозь которые пропущены тросы управления.

Устройство работает следующим образом. С помощью механизма управления натягивают на определенную величину один из тросов 3. Так как данный трос управления закреплен на первом основном кольце 6, то он кинематически связан со вторым тросом управления, образуя так называемую управляющую пару. Натяжение троса управления 3 вызывает деформацию упругих связей 5, зафиксированных в основных кольцах 1. При этом дополнительные кольца 2 скользят по сферической внешней поверхности основных колец, и вся конструкция изгибается в направлении натяжения троса управления. Таким образом, величина изгиба гибкой управляемой части зависит от вели-

ны перемещения управляющих тросов 3 и конструктивных особенностей основных 1 и дополнительных колец 2.

Рассмотренная конструкция не лишена таких недостатков как сложность конструкции из-за наличия звеньев двух типов, ограниченная надежность из-за использования упругих звеньев, наличие остаточного крутящего момента.

Гибкое сочленение управляемой части эндоскопа с повышенной продольной жесткостью и пониженным остаточным моментом с кольцевыми элементами чашеобразной формы представлено на рисунке 31.

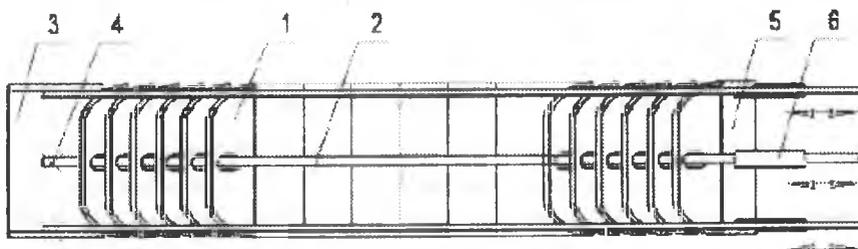


Рис. 31. Гибкие сочленения управляемой части эндоскопа с кольцевыми элементами чашеобразной формы

Гибкая управляемая часть эндоскопа содержит кольцевые элементы 1 чашеобразной формы, установленные с перекрытием внешней поверхности предыдущего элемента внутренней поверхностью последующего элемента. На внешней поверхности элементов 1 нанесены кольцевые канавки для установки основания последующего элемента. В кольцевом элементе выполнены четыре симметричных продолговатых отверстия, управляющие тросы 2 закреплены в кольце 3 на дистальном конце, пропущены через отверстия кольцевых элементов 1 и кольцо 5 на другом конце трубки. Управляющий трос выполнен в виде ленты желобообразной формы и установлен параллельно продольной оси конструкции выпуклостью наружу. В кольце 5 закреплены торцы оплеток боудена 6. Управляющие тросы 2 проходят через эти оплетки к тягам механизма управления.

Фирма «Олимпус» предложила три новых хирургических инструмента, разработанных для лапароскопических операций в эндоскопической хирургии (LESS хирургия). Отличие этой миниинвазивной хирургической технологии состоит в том, что эндоскоп и инструменты вводят через порт доступа, используя единственный разрез, часто сделанный в пупке. Через этот порт доступа можно одновременно ввести до четырех инструментов разных диаметров, включая 15 мм, два 10 мм, и 5 мм.

Использование LESS хирургии позволяет усовершенствовать традиционные возможности лапароскопических операций за счет выполнения всего вмешательства только через один маленький разрез в пупке.

Раздел 4. Видеоэндоскопические системы

Главное различие между видеоэндоскопом и стандартным фиброскопом заключается в способе получения изображения. Стандартный фиброскоп получает и передает оптическое изображение в форме света, передаваемого по пучку оптических волокон. Эндоскопист смотрит на изображение через окуляр, установленный на корпусе фиброскопа.

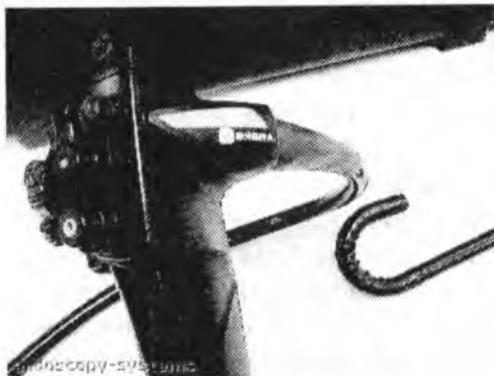
В отличие от фиброскопа видеоэндоскоп конвертирует свет изображения в электрические сигналы. Полученный сигнал обрабатывается в видеопроцессоре и демонстрируется на мониторе. Таким образом, необходимость в наличии окуляра отпадает и монитор может быть установлен в любом месте для анализа изображения.

По внешнему виду видеоскопы похожи на фиброскопы за исключением отсутствия окуляра на корпусе эндоскопа. Рычаги управления также похожи и обеспечивают отсос, инсуффляцию воздуха, имеется рабочий канал для подачи воды, биопсии, аспирации и т.д. Видеоэндоскопические системы могут иметь и какие-то дополнительные функции в зависимости от модели, которые могут включать «заморозку» изображения на экране, автоматическую активизации записи в компьютерный файл или на видеоманитофон.

Стандартные методы очистки и стерилизации фиброско-

пов могут быть применены и к видеоэндоскопам.

Гибкие видеоэндоскопы



Внешний вид видеоэндоскопа

Видеоэндоскопия возникла как побочный продукт технического прогресса в микроэлектронике в конце 60-х годов. В видеоэндоскопе нет фиброволоконного пучка и линз, их функцию выполняет электронный датчик или CCD-чип, находящийся на дистальном конце эндоскопа. Число пикселей в CCD-чипе, характеризующих качество передаваемого изображения, может быть увеличено значительно проще, чем количество световых волокон в ограниченном пространстве оптического эндоскопа. Это устройство посредством потока электронов передает изображение в видеопроцессор, а затем картинка проецируется на телевизионный монитор. CCD-чип создан фирмой Bell и ее учеными Willard S.Boyle и George E. Smith в 1969 году и был представлен широкой общественности весной 1970 года. В течение десятилетия CCD-чип стал применяться в большом количестве электронных устройств, таких как: астрономические детекторы, факсы, фотокопировальные машины, устройства считывания штрих-кода, видеокамеры.

Первая попытка создать видеоэндоскоп была сделана в 1979 - 1980 годах фирмой Welch Allyn Inc. of Skaneateles (Нью-

Иорк), длительное время выпускавшей различное диагностическое оборудование. Было отмечено, что управление видеоэндоскопом осуществляется также как и фиброскопом. Это стало возможным благодаря использованию традиционного блокирующего механизма и системы управления дистальным концом в несколько измененном виде. Врачи, впервые пользовавшиеся видеоэндоскопом, отметили существенные отличия. Отпала необходимость в удерживании эндоскопа на уровне глаз. Появилась возможность осуществлять управление дистальным концом в положении, удобном для эндоскописта, а наблюдение за эндоскопическим изображением вести по телевизионному монитору. Сама конструкция видеоэндоскопов предполагает более высокую их надежность по сравнению с оптическими эндоскопами, где для передачи изображения служат фиброволокна, которые достаточно ломкие и значительно усложняют конструкцию эндоскопа. Выводы о первых результатах применения видеоэндоскопа звучали так: «инструмент может быть использован во всех случаях диагностической и лечебной колоноскопии». На основании проведенных в Европе клинических испытаний были получены схожие результаты. Вскоре фирмы Fujinon и Olympus приступили к выпуску видеоэндоскопов, существенно опередив Welch Allyn Inc. в производстве этого оборудования.

Будет ли внедрение видеоэндоскопии сигналом к началу новой эпохи в гастроинтестинальной эндоскопии? Будет ли видеоэндоскоп таким же революционным открытием как полужесткий эндоскоп Шиндлера в 30-х и оптический эндоскоп в 60-х? С момента появления видеоэндоскопии ответами на эти вопросы были и «да» и «нет» в зависимости от того, кто на них отвечал. Приверженцы новой технологии утверждали, что это лишь вопрос времени - когда видеоэндоскопия докажет свое убедительное превосходство. Консервативная точка зрения состояла в том, что традиционные эндоскопы вполне удовлетворяют потребности и дешевле в обслуживании, чем видеоэндоскопы. Многие сходились во мнении, что эти две технологии будут существовать какое-то время вместе, и что опыт приме-

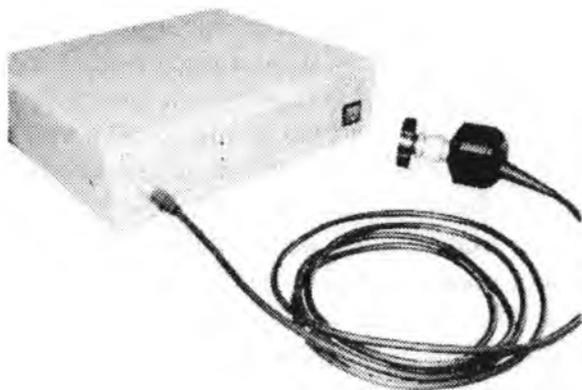
нения традиционных эндоскопов будет полезен для специалистов, работающих с видеоэндоскопами. Однако, с 90-х годов, с момента появления видеоэндоскопов с высокой разрешающей способностью (high-resolution endoscopes), видеоэндоскопия стала развиваться как доминирующая технология.

В 1989 году, спустя шесть лет с момента создания первого видеоэндоскопа, было предсказано, что общее количество пикселей в CCD-чипе достигнет ($4 \cdot 10^5$), а размер его не будет превышать 5,6 мм на 3,5 мм. При этом станет возможным создание эндоскопа с диаметром около 9 мм и высочайшей разрешающей способностью. По сравнению с системой передачи телевизионного изображения NTSC, это число пикселей в CCD-чипе является верхним пределом их эффективного количества. Поэтому видеоэндоскоп с 400.000 пикселей в CCD-чипе был мечтой для производителей эндоскопического оборудования, а воплощение этой мечты в реальность стало исторической вехой в развитии эндоскопической техники. За период с 1993 по 1997 фирмы Fujinon, Toshiba, Pentax выпустили видеоэндоскопические системы с разрешающей способностью более 400.000 пикселей.

Следующим этапом станет появление hi-vision эндоскопов, использующих на порядок больше пикселей со значительным улучшением качества изображения, получаемого с помощью последних моделей видеоэндоскопов. В 2000 году фирмой Fujinon выпущен первый в мире видеоэндоскоп с 850.000 пикселей в CCD-чипе, что явилось первым шагом в этом направлении.

Высокая разрешающая способность современных видеоэндоскопов позволяет правильно и точно диагностировать заболевания, особенно в начальной стадии, когда, например опухоль еще настолько мала, что ее практически невозможно различить через оптический эндоскоп. Японские врачи, приступив к широкому использованию видеоэндоскопов с начала 90-ых годов, добились того, что более 50% случаев опухолей ЖКТ диагностируется в ранней стадии. Фирма Olympus первая в мире создала видеоэндоскоп с увеличением 150 крат, что прижизненно позволяет проводить морфологическое исследование

внутренних органов. Однако в последние тридцать лет с появлением миниатюрных эндоскопических видеокамер (сейчас они весят весом 50-150 грамм), присоединяемых к объективу лапароскопа, стало возможным наблюдать весь ход операции на экране монитора.



Видеокамера для лапароскопов в комплекте с ТВ-головкой, ТВ-адаптером и универсальным коннектором для лапароскопов.

Основным элементом эндовидеокамеры является ПЗС-матрица (полупроводниковый кристалл с большим количеством светочувствительных элементов - пикселей, который предназначен для преобразования оптического изображения в электрический сигнал).

ПЗС-матрица состоит из поликремния, отделённого от кремниевой подложки, у которой при подаче напряжения через поликремневые затворы изменяются электрические потенциалы вблизи электродов.

До экспонирования обычно подачей определённой комбинации напряжений на электроды происходит сброс всех ранее образовавшихся зарядов и приведение всех элементов в идентичное состояние.

Далее комбинация напряжений на электродах создаёт потенциальную яму, в которой могут накапливаться электроны, образовавшиеся в данном пикселе матрицы в результате воздействия света при экспонировании. Чем интенсивнее световой поток во время экспозиции, тем больше накапливается электронов в потенциальной яме, и соответственно тем выше итоговый заряд данного пикселя.

После экспонирования последовательные изменения напряжения на электродах формируют в каждом пикселе и рядом с ним распределение потенциалов, которое приводит к перетеканию заряда в заданном направлении, к выходным элементам матрицы. В эндовидеокамерах используют ПЗС-матрицы, в которых фоточувствительные элементы организованы в матрицу по строкам и столбцам.

Разрешение современных одноматричных эндовидеокамер достигает 680 телевизионных линий, что обеспечивает качество видеосигнала телевизионного стандарта S-VHS при использовании матриц размером 1/3 или 1/2 дюйма.

В видеокамерах высокого класса применяют три ПЗС-матрицы. Это позволяет получить изображение высокого качества с разрешением 550 - 870 телевизионных линий. В трехматричной системе цветное изображение с эндоскопа поступает на цветоделительную призму, разделяющую изображение на зеленую, красную и синюю составляющие. Они проецируются на три отдельных ПЗС-матрицы, каждая из которых формирует свой сигнал. Эти камеры громоздки и дороги по сравнению с одноматричными камерами, поэтому они пока не нашли широкого распространения.

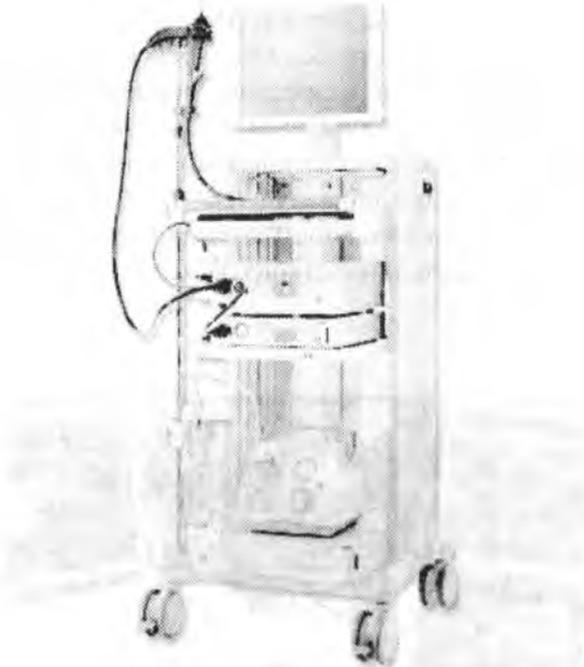
На разработке эндоскопических инструментов и оборудования специализируются компании Olympus. Как лидер инноваций в области эндоскопии, компания Olympus предоставила хирургам самые продвинутые инструменты. Видеолапароскоп EndoEYE в комбинации с видеоплатформой EXERA II устанавливает новую норму работы в операционном зале. Специальный видеосенсор, установленный на дистальном конце лапароскопа 1080i, предоставляет настолько четкие изображения,

что можно рассмотреть мельчайшие детали. Кроме того, видеолапароскоп HD EndoEYE создает дополнительные удобства за счет надежности и эффективности работы уникальной системы совмещенного фокуса и эргономичной осветительной системы.

Для создания ощущения объемного изображения предназначена стереоскопическая эндовидеосистема (например, OTV-S5 фирмы OLYMPUS). Эта система состоит из стереоэндоскопа, смещенной с ним стереовидеосистемы, электронного устройства обработки видеосигнала, монитора и специальных очков.

Компания Viking Systems предложила систему трехмерного изображения EndoSite 3Di Digital Vision, использование которой обеспечивает «оптическое погружение». Система состоит из дисплея, надеваемого на голову хирурга в виде шлема, трехмерной цифровой стереокамеры, цифрового процессора для получения трехмерного изображения и ЖК дисплея. Система позволяет хирургу сосредоточиться на рабочем поле, исключить необходимость отвлечения внимания на мониторы. Кроме того, система позволяет показать изображения, полученные до операции, в функции «картинка в картинке».

Сверхминиатюрная ПЗС-матрица, которая совместно с головным объективом выполняет роль миниатюрной видеокамеры (например, лапаро-тораковидеоскоп OES OLYMPUS LTF-V), может быть установлена на дистальном конце видеоэндоскопа. Для подобных систем требуется световой волоконный жгут, но не нужны жгут для передачи изображения и окуляр. В современных эндоскопических приборах метод получения высококачественного изображения на мониторе позволяет не только рассматривать увеличенное изображение исследуемого объекта, но и выполнять видеозапись, вывод отдельных изображений на принтер.

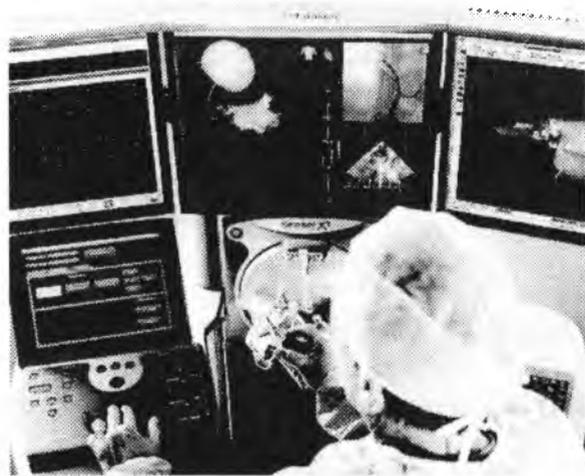


Видеоэндоскопическая стойка Fujinon 4400

Роботизированные эндоскопические системы

Роботизированная система для управления электрофизиологическим катетером Sensei X, разработанная специалистами компании Hansen, представляет собой следующее поколение гибких автоматизированных платформ для эндоскопических операций. В этой системе объединены трехмерный контроль за положением и движением катетера с трехмерным изображением биологического объекта. Синергистическая комбинация этих технологий обеспечивает точное и стабильное воздействие на оперируемую область. Врачу предлагается использовать более чем 20 %-ное увеличение гибкости катетера, обладающего шестью степенями свободы, по сравнению с обычными электрофизиологическими катетерами с соответствующим улучшением условий навигации при помощи новой

навигационной системы Stereotaxis Magnetic Navigation System. В результате у врачей есть возможность поместить катетеры точно так как необходимо в пределах сердца. Дополнительными преимуществами системы являются удобство и простота использования и уменьшение времени процедуры. Sensei X платформ обеспечивают обратную связь по силе давления на ткань, давая врачам возможность точно управлять удаленным наконечником катетера и чувствовать, когда катетер проникает через сердечную ткань.



Блок управления роботизированной системы Sensei

Видеоэндоскопы серии 70К и 80К

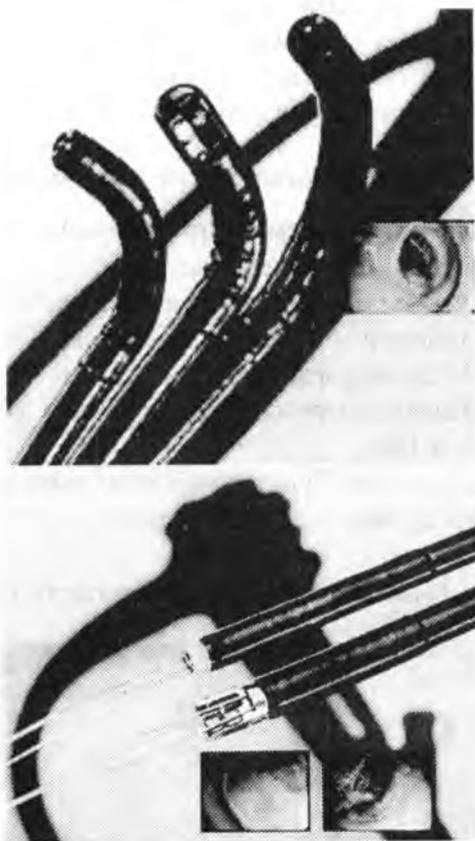
Видеоскопы серии 70К

Области применения: видеоэндоскопы Pentax серии 70К предназначены для исследования дыхательных путей и желудочно-кишечного тракта.

Видеоэндоскопы данного класса представляют компактные приборы с высоким уровнем рабочих характеристик, удобным дизайном. Используемая новая видеоэндоскопическая система отличается большей эргономичностью и улучшенными рабочими характеристиками. Видеоэндоскопы серии 70К

оснащены цветной 410000 пиксельной матрицей и обеспечивают полноэкранное изображение высокого разрешения. Удобная рукоятка нового дизайна позволяет пользователю управлять прибором легким прикосновением пальцев.

В силу указанных причин эндоскопы Pentax серии 70K в комплекте с небольшим и легким процессором отвечают широкому спектру клинических требований. Эта серия позволяет проводить более точные исследования, что незаменимо для постановки точного диагноза.



Видеоскопы серии 80К

Применение этих видеоскопов позволяет решить проблемы засоренных патрубков воздуха/воды за счет возможности очистки всех каналов при помощи щетки.

Видеоэндоскопы этой серии удовлетворяют требованиям медицинского персонала в области контроля за распространением инфекции.

Отличительной особенностью серии 80К является наличие съемного дистального наконечника со встроенными патрубками, благодаря которому появляется возможность очистки, как указывалось, щеткой всех каналов. В результате процесс очистки приборов становится более эффективным. Кроме того, эти эндоскопы обеспечивают полноэкранное воспроизведение изображения высокого разрешения.

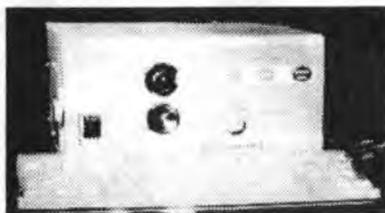
Видеоэндоскопические системы Olympus.

В настоящее время, по данным Интернета фирмой **Olympus** следующие видео- системы:

- Видеоинформационная система V-70
- Видеоинформационная система EVIS Exera
- Видеоинформационная система Visera
- Видеоинформационная система EVIS EXERA II серии 180

В этом разделе будут приведены описания систем, наиболее полно представленные в Интернете.

Видеоинформационная система V-70



В данной видеосистеме используется интегрированный

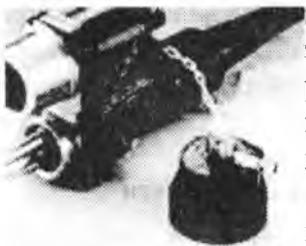
системный блок - процессор/источник света.

Высококачественное изображение с реальной цветопередачей обеспечивает достоверность исследования. В OLYMPUS V-70 используется ПЗС матрица с высоким разрешением, а также специальный алгоритм для обработки цифрового видеосигнала. Это позволяет наблюдать эндоскопическую картину с мельчайшими структурными деталями. Изображение имеет оптимальную яркость и равномерную освещенность по всему полю зрения. Таким образом, специалист имеет возможность рассмотреть и дифференцировать все видимые поверхностные структуры и патологические изменения ткани.



В основе видеозэндоскопической системы OLYMPUS V-70 лежит системный блок CV-70, объединяющий в себе эндоскопический видеопроцессор и источник света. CV-70 также позволяет использовать видеосистему для эксплуатации в качестве передвижной эндоскопической станции. Коннекторная часть видеоскопов V-70 специально адаптирована под интегрированную конструкцию системного блока, что значительно упрощает подсоединение всех частей видеосистемы. Управление комплексом осуществляется с передней панели и с клавиатуры.

Так как разработчики значительное внимание уделили эргономике, то расположение коммутационных изделий на лицевой панели функционально и обеспечивает удобство в эксплуатации. Эргономичность облегчает настройку системы, а также значительно упрощает процесс обучения в начале эксплуатации



и техническое обслуживание в процессе эксплуатации. Изменение функций, которые не требуют частой настройки, достигается с экранного меню при использовании дополнительной клавиатуры.

Для обеспечения безопасности, надежности и простоте технического обслуживания видеозэндоскопической си-

стемы OLYMPUS V-70 водонепроницаемый колпачок, который надевается перед погружением эндоскопа в дезинфицирующий раствор, прикреплен к коннекторной части. При этом, кнопки клапанов подачи воздуха/воды и аспирации не требуют смазки силиконом. Отличительной чертой системы является ее универсальность. Подключив к видеоэндоскопической системе OLYMPUS V-70 видеоконвертер OVC-70, вы получите возможность работать, используя любой фиброскоп или жесткий телескоп OLYMPUS. Таким образом, CV-70 можно использовать в качестве эндоскопической видеокамеры.

Эндоскопы, которые можно присоединить через видеоконвертер OVC-70:

- фиброскопы OES;
- фиброскопы E-типа;
- жесткие эндоскопы OES;



Технические характеристики видеоэндоскопов GIF-V70, TJF-V70, CF-V70L, CF-V70I:

Видеогастроскоп GIF-V70 имеет вводимую часть диаметром 9,2 мм с инструментальным каналом 2,8 мм и предназначен для диагностики верхних отделов пищеварительного тракта. Видеоколоноскопы CF-V70L и CF-V70I разработаны для исследования нижних отделов пищеварительного тракта и различаются между собой длиной вводимой части. Все видеоэндоскопы имеют угол поля зрения 145°. Эргономичный блок управления эндоскопа облегчает работу врача во время проведения процедуры [27].

Видеоинформационная система EVIS Exera

В данной системе обеспечивается, по данным фирмы – изготовителя, эндоскопическое изображение значительно

улучшенного качества и многие новые универсальные функции.

Усовершенствования системы обработки видеосигнала в системе EVIS Exera позволяют получать эндоскопическое изображение более высокого разрешения при более точной передаче цветовых оттенков живых тканей. Высокое качество изображения проявляется в максимальной степени при использовании эндоскопов системы ЭВИС ЭКСЕРА серии 160 в сочетании с системным видеоцентром CV-160

В колоноскопах серии EVIS Exera Innoflex возможно проводить регулировку жесткости вводимой части эндоскопа простым вращением регулировочной ручки до достижения необходимой степени жесткости, которая наилучшим образом соответствует внутренним условиям проведения исследования и степени кривизны данного отдела толстого кишечника.

Системный видеоцентр CV-160 был специально разработан для эндоскопов EVIS Exera серии 160. Отличительной особенностью CV-160 является функция структурной детализации исследуемого объекта, благодаря которой происходит электронное усиление резкости эндоскопического изображения. В результате происходит формирование более четкого изображения, которое позволяет различать мельчайшие структурные детали тканей и оттенки слизистой оболочки. В CV-160 допускается выбор уровня усиления структуры изображения. Также CV-160 можно использовать в сочетании с ЭВИС-эндоскопами предшествующих серий 100/130/140. Структурная детализация изображения позволяет выделить мельчайшие детали изображения

В данной системе также обеспечивается высокая яркость изображения. Разработанный для видеосистемы ЭВИС ЭКСЕРА серии 160 источник света **CLV-160** снабжен усовершенствованным конденсором и мощной ксеноновой лампой на 300 Вт. Благодаря этому интенсивность света CLV-160 больше в 1,6 раза по сравнению с источниками света предшествующих моделей.

Видеоконвертер OVC-140 позволяет использовать фиброскопы OES фирмы Olympus совместно с системой EVIS Exera

160, получая полноэкранное видеоизображение высокого разрешения. OVC-140 имеет 4 встроенных переключателя, которые позволяют осуществлять дистанционное управление функциями видеосистемы. Использование видеоконвертера позволяет не избавляться от фиброскопов, а использовать их до полного физического и морального износа.

Области применения и основные технические характеристики видеогастроскопа VME-98, Aohua

Области применения:

Видеогастрофиброскоп VME-98 предназначен для диагностики и лечения заболеваний пищевода, желудка и проксимального отдела двенадцатиперстной кишки у детей и взрослых. Используется как при терапии (лазеротерапия, санационные заливки), так и для проведения внутрисветных эндоскопических операций: полипэктомия, коагуляция, дилатация, маркировка, биопсия и т. д.

Общее максимальное отклонение дистального конца вправо/влево достигает 230°. Радиус изгиба составляет 20мм, биопсийные щипцы вводятся гладко. Существенно уменьшена слепая область, что способствует постановке правильного диагноза и оперативного лечения.

Кроме того, эндоскопист может изгибать дистальный конец и поворачивать эндоскоп с тем, чтобы наблюдать патологию по желудочно-кишечному тракту. Также удобно то, что подача воздух/вода осуществляется левой рукой, а захват биопсийного материала хирургическими щипцами - правой.

Слизь и кровь, попавшие на объектив микровидеокамеры, могут исказить изображение, поэтому объектив может быть очищен во время процедуры обследования при помощи попеременного использования клапанов воздух/вода и (или) отсоса.

Данные видеогастроскопы обеспечивают:

- Высокое качество изображения благодаря встроенному в дистальный конец видеоэндоскопа CCD-чипу, имеющему высокое разрешение, возможность увеличения и дета-

лизации самых мелких образований. Изображения, проецируемые на мониторе, характеризуются высокой яркостью, достаточным полем зрения и глубиной резкости.

- Надёжность, долговечность и отсутствие необходимости в дорогостоящих ремонтах даже при разгерметизации эндоскопа, так как отсутствует самая уязвимая деталь такого типа эндоскопов - светопроводящее стекловолокно.
- Возможность регистрации изображений и компьютерного документирования информации.
- Эргономичность. Врач получает возможность проводить эндоскопию в удобной позе, не испытывая утомления даже при длительном исследовании.
- Снижение уровня профессиональных вредностей, связанных с нагрузкой на зрение для врачей-эндоскопистов.
- Возможность участвовать в проведении эндоскопических исследований и операций ассистентов и медицинских сестер, что позволит внедрять новые технологии, требующие работы в 4 руки, а также снизить число осложнений эндоскопических манипуляций.
- Рекомендован при совместном использовании с системным видеосцентром VME-2000

Основные технические характеристики видеогастроскопа VME-98, Aohua.

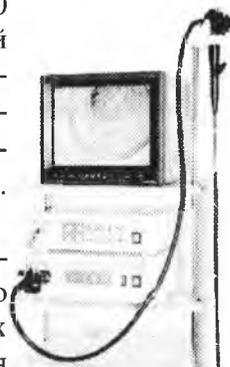
Угол поля зрения	140 град
Глубина резкости	3 - 100 мм
Диаметр дистальной части	9,8 мм
Диаметр инструментального канала	2,8 мм
Рабочая длина	1050 мм
Общая длина	1350 мм
Диапазон угла изгиба дистальной части	210 град вверх, 90 град вниз 100 град вправо, 100 град влево
Разрешение	440 000 пикселей
Вес	10 кг

Области применения и основные технические характеристики видеоколоноскопа VME-1300, Aohua

Видеоколонофиброскоп VME-1300 предназначен для диагностики заболеваний толстой кишки, а также для проведения внутривидеоскопических операций (полипэктомии всех уровней, остановки кровотечений, удалении инородных тел, биопсии и т. д.)

Инструментальный канал колонофиброскопа VME-1300 позволяет применять во время эндоскопии широкий диапазон лечебных манипуляций и создает хорошие условия для аспирации даже во время использования эндоскопических инструментов. Обеспечивает широкое поле зрения и способность дистального конца к значительным отклонениям в 4 стороны.

Рекомендован при совместном использовании с системным видеоцентром VME-2000.



Основные технические характеристики видеоколоноскопа VME-1300, Aohua

Угол зрения	140
Глубина резкости	3-100 мм
Диаметр дистальной части	13,0 мм
Диаметр инструментального канала	3,7 мм
Рабочая длина	1500 мм
Общая длина	1900 мм
Диапазон изгиба дистальной части	180 град вверх, 180 град вниз, 160 град вправо, 160 град влево
Разрешение	440 000 пикселей
Вес	10 кг

Области применения эндоскопа и основные технические характеристики видеоэндоскопических систем с гибким эндоскопом Fujinon, серий 2200, 4400

СЕРИЯ 2200.

Процессор EPX-2200 с ксеноновым источником света мощностью 150 Вт с аварийной галогенной лампой мощностью 75 Вт.

- Электронный фильтр увеличения контрастности изображения кровеносных сосудов (BLV Function).

- Видео-чип высокого разрешения с матрицей 410 тыс. пикселей.

- Память на 44 пациента.

- Функцию коррекции изображения.

- Блок, обеспечивающий возможность получения изображений мельчайших сосудов слизистой.

- Блок электронного увеличения: 1,05x–2,00x с шагом 0,05.

- Органы управления, выполненные по технологии G5, в частности, новая более легкая (на 22 %) ручка с усовершенствованными тягами и более удобным расположением функциональных рычагов и переключателей управления.

- Автоклавируемые клапаны аспирации и подачи воздуха.

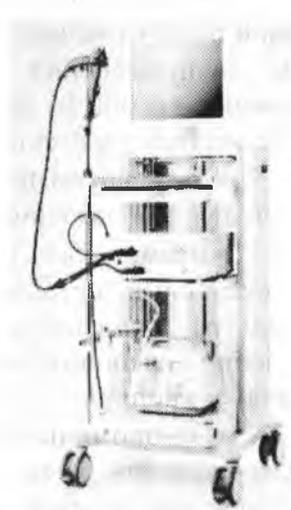
- Керамический, полностью герметичный механизм подъема инструментов в дуоденоскопах.

- Широкий парк эндоскопов: гастро-, дуодено-, колоно-, бронхо-, холедохо-, назофаринголаринго-, гистероскопы.

- Эндоскопы серии 2200 совместимы с процессором серии RARMO.

- Поддержка LCD-мониторов.

- Возможно подключение ультразвуковой системы EG-250US.



СЕРИЯ 4400.

Обеспечивает:

- Мгновенное и четкое увеличение изображений за счет мегапиксельной ПЗС-матрицы высокого разрешения и высокоэффективных линзы.

- Равномерное освещение исследуемой области за счет оптической системы и применения ксеноновой лампы мощностью 300 Вт (в 8 раз больше, чем у 150-ваттной галогенной лампы).

- Регулируемый коэффициент увеличения изображения.

- Возможность исследования малых кровеносных сосудов за счет применения фильтра повышения контрастности. Удобное расположение всех переключателей и кнопок.

- Эргономичность, за счет удобного расположения всех переключателей и кнопок, увеличения возможности маневрирования, новой конструкции рычагов управления, прецизионного механизма инструментального подъемника в дуоденоскопах G-5™.

- Удобную процедуру чистки и дезинфекции. Новые материалы, позволяющие использовать чистящие средства и растворы для высокоуровневой дезинфекции и даже автоклавировать кнопки аспирации и подачи воздуха.

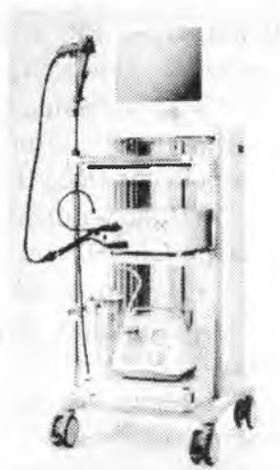
- Применение аварийной галогенной лампы мощностью 150 Вт.

- Применение линейки эндоскопов серии 400, включающих в себя:

1. Видео процессор EPX-402

2. Гастроскопы:

- Стандартные (EG450WR5, EG-490WR5*)
- Педиатрические (EG-450PE5)
- Неонатальные (EG-470N5)



- Терапевтические (EG-450CT5)
- Двухканальные (EG-450D5)
- С оптическим увеличением (EG-450ZW5, EG-490ZW5*)

3. Дуоденоскопы

- Стандартные (ED-450XL5)
- Терапевтические (ED-450XT5)

4. Бронхоскопы

- Стандартные (EB-470S)
- Педиатрические (EB-470P)
- Терапевтическими (EB-470T)

5. Колоноскопы

- Терапевтические с разной длиной рабочей части и видимой областью изображения (EC-450WM5, EC-450WI5, EC-450WL5, EC-450HL5)
- Педиатрические различной длины (EC-450MP5, EC-450LP5)
- Двухканальные разной длины (EC-450DM5, EC-450DL5)
- С оптическим увеличением, разной длины рабочей части (EC-450ZW5-M, EC-450ZW5-L, EC-490ZW5-M*, EC-490ZW5-L*)

6. Сигмоидоскоп с широким углом обзора (ES-450WE5)

7. Цистоскопы

- Стандартные (FY-470S/B, EY-470S)

*оборудование на основе технологии SUPER CCD 490

Технология SUPER CCD 490 обеспечивает возможность для применения эндоскопических и терапевтических методик.

- Возможность исследования микроструктуры ткани:
 - внутрисапцилярные капиллярные петли (ранняя диагностика рака пищевода)
 - ямки (диагностика карциномы толстой кишки)
 - объекты размера эритроцитов

Ультразвуковая эндоскопическая система TNE, Fujinon.

• Создается на базе УЗИ-видеогастроскопа EG-250US или УЗИ-системы SP-702 с использованием зондовых датчиков SP-702.



• При применении EG-250US: боковое направление обзора 30° , глубина резкости 8-100 мм, угол поля зрения 120° , диаметры дистальной части/вводимой части/инструментального канала: 14,3/12,1/2,8 мм, углы изгиба вверх/вниз $160^\circ/160^\circ$, влево/вправо $120^\circ/120^\circ$, рабочая/общая длина 1254/1557 мм.

• Встроенный ультразвуковой датчик (EG-250US): мультичастотное широкополосное сканирование, диапазон частот 3-13 МГц, режимы сканирования: В-режим / цветной доплер. Метод сканирования: электронный, конвексный; поле обзора 100° с поворотом до 60° вокруг центральной оси.

• При использовании SP-702 возможно применение для любого эндоскопа с инструментальным каналом 2,8 мм и более. Механический радиальный, поле обзора 360° .

Раздел 5. Источники света эндоскопических систем

В качестве примера рассмотрим изделия фирмы Pentax:

Источники света LH-150PC, LX-750P.

Все источники света видеоэндоскопов используют различные системы освещения, чаще всего основу составляют светодиоды и галлоидные источники освещения. Разновидностей видеоэндоскопических систем тоже довольно много, вкратце рассмотрим некоторые из них.

Галоидные источники света. Промышленные и медицинские фиброскопы и бороскопы имеют очень диаметр рабочей области, внутри которой очень трудно разместить мощный с

высокой светосилой жгут световода. Как правило, такие жгуты довольно толстые. Отсюда, выбор подходящего для промышленных нужд по яркости источника освещения не менее важен, чем сам выбор подходящего фиброскопа или эндоскопа. Источники света для эндоскопических систем представляют собой устройство, которое монтируется внутри эндоскопа и обеспечивает подсветку обследуемой области объекта. Световой поток передается через волоконную систему подсветки. Галлоидные источники света идеально подходят для создания миниатюрных эндоскопических систем. Галоидные источники света намного эффективнее, чем галоген или ксеноновые лампы и обеспечивают великолепное освещение. Идеально подходят для мобильного применения, имеют малый вес и позволяют при работе оставлять руки свободными. Безопасная и легкая система лампы не генерирует избыточную теплоту и обеспечивает очень яркий свет в мобильном исполнении.

Источник света **LN-150PC** весит всего 6 кг, включая встроенный насос для эффективной подачи воздуха и воды.

В **LN-150PC** применяется новая, более яркая лампа модели **OL-N4**, обеспечивающая натуральные цвета изображения.

LX-750P - легкий портативный 75 ваттный ксеноновый источник света пригоден для всех видов эндоскопических исследований и предназначен, в основном, для поликлиник и больниц.

В **LX-750P** имеется дополнительная лампа, которую можно включить, если основная лампа выйдет из строя.

Совместимость: применяя соответствующий адаптер, **LN-150PC** и **LX-750P** можно использовать с гибкими и жесткими эндоскопами, практически, любых изготовителей.

Встроенный насос: в эти источники света встроен насос для подачи воздуха и воды, необходимый при использовании в гастроэнтероскопии.

Таблица 4.

Основные технические характеристики источников света LH-150PC, LX-750P эндоскопических видеосистем.

Функции		LH-150PC	LX-750P
Сеть питания	Напряжение	Переменное, 220-240В	
	Частота	50/60 Гц	
	Потребление	1А (220-240В)	
Освещение	Лампа	галогеновая 150Вт	ксеноновая 75Вт
	Ресурс лампы	50 часов	300 часов
	Дополнительная лампа	-	лампа накаливания с линзой
Управление яркостью	Система	Ручная, диафрагма на пути света	Ручная и автоматическая
Система	Система насоса	Электромагнитный вибрационный	
	Давление	41кПа - 62кПа при нулевом потоке	41кПа -45кПа - "высокое" 21кПа -23кПа - "низкое"
	Стандартный поток подачи воздуха	3,2 - 8,0 л/мин	4,5 л/мин при установке "высокое"
Система подачи воды	Сжатие воды в бутылке	под воздействием воздушного насоса	
	Объем бутылки	250 см ³	
	Рекомендуемое наполнение бутылки	наполнение до 2/3 объема, стерильная вода	
Классификация электромедицинского оборудования	Тип защиты по электробезопасности	Оборудование Класса 1,	
	Степень защиты от электрического удара	BF тип (плавающий), эндоскоп изолированный, использование на сердце запрещено	

	Степень защиты от взрыва	Не применять в зоне присутствия горючих газов	
Размеры	Ширина	135 мм	324 мм
	Высота	165 мм	165 мм
	Глубина	270 мм	413 мм
Масса		6 кг	11 кг

Раздел 6. Видеопроцессоры эндоскопических систем

Видеопроцессор эндоскопический ЕРК-1000. ЕРК-1000

Данный видеопроцессор представляет компактный, имеющий малую массу цветной цифровой видеопроцессор для воспроизведения полноэкранного изображения высокого разрешения.

Цифровая обработка видеосигналов обеспечивает эндоскопическое изображение повышенной яркости и разрешения. Система ЕРК-1000 в компактном легком корпусе, обеспечивает чистое, полноэкранное изображение на мониторе. Эта система может быть предназначена для пользователей эндоскопических систем при ограниченном пространстве.

Оптимизированная настройка освещенности облегчает проведение осмотра и лечение.

Настройка освещенности производится посредством цифровой обработки сигнала (DSP), что автоматически оптимизирует освещенность для проведения обследования и лечения, вне зависимости от типа используемого эндоскопа.

Полный спектр коннекторов выхода.

Система ЕРК-1000 может быть соединена с разными видами периферийного оборудования через различные видеоразъемы, включая RGB и Y/C.

Новый механизм соединения типа рычаг.

Новый дизайн рычага позволяет одним движением быстро и просто производить манипуляции по соединению и отсоединению видеоскопа с процессором.

Специальная клавиатура. Система ЕРК-1000 поставляется со своей специальной клавиатурой для простого и быстрого ввода информации, включая возможность контроля за основными функциями эндоскопа.

Компактный, легкий дизайн.

Компактный блок видеопроцессора устанавливается на специальную системную тележку SMC-V9, что способствует экономии установочного пространства.

Таблица 5.

Основные технические характеристики видеопроцессора эндоскопического ЕРК-1000.

Тип матрицы	Цветная ПЗС матрица
Тип лампы	Ксеноновая короткодуговая
Видеовыходы	2-RGBS, 2- Y/C, 1- композитный видео
Выходы управления	1 выход для принтера, 2 для другого оборудования
Цифровой выход	Стандартный разъем USB
Параметры электропитания	Напряжение 230В(PAL), Потребление 1,0А, Частота 50/60 Гц
Размеры:	380 мм (ширина) 155 мм (высота) 420 мм (глубина)
Масса:	14 кг

Аксессуары: видеокамера PSV-4000 .

Простая в использовании, эта видеокамера обеспечивает высокое качество изображения.

Основные преимущества:

- наличие клавиатуры и возможности ввода данных пациента;
- управление функциями камеры с клавиатуры или кнопками на головке камеры;
- пять запоминаемых настроек пользователя для цвета и



яркости;

- вывод на экран даты и времени, экранный секундомер;
- экранный указатель - курсор;
- дистанционное управление видеомагнитофоном, принтером и т.д.;
- компьютерный интерфейс RS-232C;
- автоматический баланс белого (менее чем за 1с);
- ручная точная подстройка цветов;
- долговременная память для установок цвета;
- автоматический электронный затвор для оптимальной экспозиции;
- ручная точная настройка яркости;
- кнопка усиления сигнала для изображения малой яркости;
- погружаемая в жидкость головка и опто-механический адаптер;
- дополнительные держатели для гибких и жестких эндоскопов других изготовителей;
- композитные, S-VHS, RGB видеовыходы.

Таблица 6.

Основные технические характеристики видеокамера PSV-4000 .

Характеристика	Величина
Число пикселей	PAL 795 x 596, Примерно 470 000
Минимальная освещенность	менее 1,5 люкса при апертуре 1,2
Разрешение	470 ТВ линий (горизонтальных)
Баланс белого	быстрый автобаланс (менее 1с) точная ручная настройка красного и синего
Электронный затвор	автоматический от 1/50 до 1/250 000
Видеовыходы	композитный видеовыход 1,0 В на 75 ом S-VHS видеовыход Y=1,0 В, C=0,3 В на 75 ом RGBS R,G,B-0,7 В; 5=2,1 В на 75 ом
Сеть питания	90-264В переменного 50/60 Гц (все автоматически)
Потребление	примерно 19 Вт

Класс оборудования	класс 1, головка камеры - тип ВF
Режим использования	продолжительный
Водонепроницаемость	головка камеры полностью погружаема (водонепроницаемость оборудования класса IPX7) блок управления - незащищенный (IPX0)
Размеры головки	33x33x46 мм
Вес головки	40 г
Размеры блока управления	295 (Ш) x 75 (В) x 253 (Г) мм
Вес блока управления	2,1 кг

Раздел 7. Особенности технического обслуживания, ремонта и эксплуатации эндоскопического оборудования. Основные положения технического обслуживания и ремонта эндоскопического оборудования

Эндоскопические системы – это сложные оптико-механические и, в большей части, электронные приборы комплексы. В процессе ежедневной эксплуатации они подвергаются значительным механическим и химическим воздействиям, что приводит к постепенному износу рабочих элементов прибора (таких как: резиновая оболочка изгибаемой части, изгибаемая часть (раковая шейка) с тягами, инструментальный канал, рубашка (тубус) рабочей части). При этом основа прибора – оптический тракт остается практически неизменным (возможно появление в поле изображения небольшого числа черных точек из-за старения оптических элементов).

Проблема естественного старения легко решается регулярным профилактическим ремонтом (один раз в год - мелким текущим ремонтом, категория С, в 5 лет - средним текущим ремонтом, категория В), что не требует сравнительно больших затрат. Но такое решение вопроса возможно, только если эндоскоп полностью герметичен.

Основным фактором преждевременного выхода из строя эндоскопической системы является потеря герметичности, которая чаще всего происходит по следующим причинам:

- неаккуратное (небрежное) обращение (сколы на линзах

дистальной головки, механические повреждения резиновой оболочки и т. д.);

- несоблюдение правил эксплуатации, рекомендуемых предприятием –изготовителем в технической и эксплуатационной документации;

- неквалифицированный ремонт, выполненный самостоятельно на предприятии технического обслуживания (в частности, чистка распылителя и канала вода/воздух острыми предметами);

- невыполнение своевременного профилактического осмотра и ремонта;

- некачественно выполненная сборка прибора на предприятии – изготовителе или на предприятии технического обслуживания после выполнения ремонтных работ (прибор изначально, перед началом эксплуатации, не герметичен);

- использование деталей при ремонте системы, несоответствующих необходимым техническим требованиям, указанным в технической и эксплуатационной документации (может приводить как нарушению герметичности, так и к преждевременному износу и выходу из строя эндоскопического оборудования).

При этом, необходимо отметить то, что попадание жидкости внутрь прибора, вследствие того, что прибор негерметичен, приводит к ухудшению, а при дальнейшей эксплуатации - к полной потере изображения. Кроме того, попавшая в прибор жидкость приводит к коррозии металлических деталей конструкций, и, зачастую, восстановление их функциональности не представляется возможным. В 70% случаев при ремонте такого оборудования требуется замена жгута передачи изображения и объектива (особенно это характерно для импортных приборов), что требует значительных затрат, сравнимых с ценой оборудования.

Рекомендация: необходимо ежедневно проводить проверку на герметичность с помощью тестера герметичности.

Раздел 8. Основные положения соблюдения техники безопасности при техническом обслуживании и эксплуатации эндоскопического оборудования

- во время технического обслуживания и эксплуатации эндоскопических систем не допускается прикосновение к коннекторной части эндоскопа сразу после его отсоединения от источника света, так как это может вызвать ожог обслуживающего персонала;
- во избежание нанесения травмы пациенту не допускается введение и выведение рабочей части эндоскопа при зафиксированных ручках управления углами изгиба, эти действия могут нанести травму пациенту и могут нарушить герметичность эндоскопической системы;
- при использовании видеоскопов в режиме «стоп-кадр» не допускается проведение каких-либо манипуляций с эндоскопическим оборудованием, в том числе, управление рабочей частью, нагнетание воздуха или аспирация жидкости, что может привести к выходу из строя эндоскопической системы в целом;
- во время технического обслуживания и эндоскопического исследования запрещается тянуть или растягивать любые кабели, в том числе, кабель электропитания, так как это может привести к отсоединению эндоскопа от источника света и потере эндоскопического изображения;
- при хранении, транспортировке и обработке эндоскопических систем не допускать сильных изгибов и скручивания его рабочей части, так это может привести или к нарушению функционирования, или к выходу эндоскопической системы из строя;
- для предотвращения повреждения ПЗС-матрицы видеоэндоскопа запрещается касаться электрических контактов внутри соединительного разъема;

- необходимо предохранять дистальный конец эндоскопической системы и поверхность линз от ударов и повреждений, т.к. это может привести к выходу из строя его оптической системы;
- не следует изгибать или выпрямлять изгибаемую часть эндоскопа руками. Такие действия могут привести к выходу прибора из строя;
- при подключении или отключении видеоэндоскопа выключатель сетевого питания видеоэндоскопической системы должен находиться в положении ВЫКЛ. **Включать или выключать питание разрешается только тогда, когда видеокабель подсоединен к эндоскопу и видеоцентру.** Несоблюдение данных рекомендаций может привести к повреждению видеоэндоскопического оборудования;
- необходимо предохранять электрические контакты, находящиеся на коннекторе, от повреждений, ударов и пр., так как это может привести к нарушению электрического контакта и невозможности подключения эндоскопа к источнику света;
- **перед погружением эндоскопа в раствор для обработки убедитесь в том, что герметичность прибора не нарушена и что колпачок ЕТО снят.**
- при техническом обслуживании для предотвращения повреждения каналов эндоскопа давление воздуха/воды при продувке/промывке не должно превышать 0.02 МПа (0.2 атм.).

Раздел 9. Дезинфекция и стерилизация эндоскопов

Эндоскопические манипуляции находят все более широкое применение в диагностике и лечении заболеваний желудка, бронхов, толстой кишки и других органов. Во время эндоскопической процедуры рабочая часть эндоскопа контактирует со слизистой оболочкой пациента и при последующей неправильной обработке (дезинфекции или стерилизации) может стать переносчиком патогенных микроорганизмов.

Поскольку невозможно проверить пациентов на все возможные инфекции перед исследованием, следует полагать, что каждый пациент является переносчиком различных инфекций, и принимать соответствующие меры. Это также является стандартным принципом соблюдения техники безопасности при проведении эндоскопических исследований.

Использование гибких эндоскопов, несмотря на их преимущества по сравнению с жесткими инструментами, увеличивает вероятность передачи возбудителей инфекции.

Клиническими и биохимическими исследованиями была показана необходимость тщательной обработки (очистки, дезинфекции или стерилизации) эндоскопов после каждого исследования для предотвращения риска перекрестного инфицирования.

Необходимо отметить, что обработка эндоскопов остается одним из самых сложных вопросов, которые изучаются и дополняются исследованиями, проведенными учеными в разных странах. Этот факт объясняется сложностью конструкции эндоскопов, их чувствительностью к внешним воздействиям, а также необходимостью проводить эффективную обработку за минимальное время. Вместе с тем, использование современных подходов к обработке различных типов эндоскопического оборудования позволяет обеспечить безопасность пациентов при эндоскопических процедурах, сохранность этого дорогостоящего оборудования, а также значительно сократить время на обработку.

В каждой стране методы и средства обеспечения обработки эндоскопов отражены в соответствующих нормативных до-

кументах (в России - СП 3.1.1275-03, до ввода соответствующего технического регламента). После любого исследования эндоскоп должен быть тщательно очищен, подвергнут дезинфекции высокого уровня и окончательно промыт и просушен для дальнейшего использования. Наружные поверхности эндоскопа и его внутренние каналы должны очищаться сразу после исследования.

Необходимо отметить, что:

- неправильно проведенная очистка, дезинфекция или стерилизация эндоскопического оборудования могут создать опасность для здоровья пациента и привести к выходу из строя эндоскопической системы;

- без предварительной очистки эндоскопа невозможно достичь эффективного результата при его последующей дезинфекции и стерилизации;

- после дезинфекции эндоскопа все внутренние каналы прибора должны быть тщательно промыты чистой водой для удаления остатков раствора и исключения его воздействия на пациента;

- помещение для проведения обработки должно иметь соответствующую этой процедуре систему вентиляции, определяемую нормативными документами к помещениям ЛПУ, где проводятся эндоскопические исследования;

- при использовании спиртовых растворов рекомендуется применять 70% раствор медицинского изопропилового или этилового спирта.

- спирт необходимо хранить в закрытых емкостях, для исключения фактора пожароопасности.

Перед дезинфекцией и стерилизацией эндоскопических систем производится их механическая очистка. Очистка, в основном, заключается в удалении с объектов всех посторонних веществ (например, солей, загрязнений, органических веществ). Обычно очистка выполняется с применением воды, механических воздействий и детергентов или ферментных препаратов.

Следует учитывать, что органические загрязнения (кровь, кал, секрет дыхательных путей) препятствуют проникновению

дезинфицирующих веществ обрабатываемые полости и их контакту с микробными структурами. Более того, некоторые дезинфицирующие вещества инактивируются (теряют дезинфицирующие свойства) при контакте с органическими материалами. Поэтому перед дезинфекцией и стерилизацией необходима тщательная механическая очистка с целью удаления таких материалов с наружной поверхности вводимой трубки и из просветов всех доступных каналов.

Способность бактерий образовывать «био пленки» также является важным фактором распространения инфекций, передаваемых через эндоскоп. Клиническими и биохимическими исследованиями установлено, что «био пленки» прикрепляются к внутренней поверхности каналов эндоскопов и препятствуют эффективной дезинфекции, поэтому их также необходимо удалять во время механической очистки перед дезинфекцией или стерилизацией.

Первичную очистку эндоскопов водой следует производить сразу после применения инструмента во избежание высыхания продуктов секречий (эта часть операций обработки, обычно, выполняется в процедурном кабинете). Для очистки эндоскопов применяются неабразивные моющие средства, в том числе, - ферментные, рекомендованные изготовителем оборудования и предназначенные для данной категории изделий медицинской техники. Перед механической очисткой следует промыть все каналы достаточным количеством моющего средства или водопроводной воды для смягчения, увлажнения и разведения органических остатков, а воздушный канал следует прочистить сжатым воздухом в соответствии с рекомендациями производителя. Вводимая трубка должна быть промыта раствором моющего средства и затем водой.

Доступные каналы должны быть очищены специальной щеткой для удаления плотных частиц.

Следует прокачать или отсосать раствор моющего средства через все каналы для удаления снятого с поверхности материала. Для этого можно применять устройства для промывки каналов и имеющиеся автоматизированные устройства для об-

работки эндоскопов.

Все съемные части (колпачки и вентили отсоса) снимают и погружают в раствор моющего средства. Неровные поверхности съемных частей протирают щеткой для полного удаления всех органических остатков. Щетки для чистки применяют одноразовые или после каждого употребления подвергают тщательной очистке с последующей дезинфекцией высокого уровня или стерилизацией.

Подчеркнем, что очистка, в том числе, инструментального и аспирационного канала с помощью щеток имеет принципиальное значение. Дезинфектант не может полностью обезвредить инородные биологические вещества, оставшиеся после небрежной чистки. Все дело в том, что неудаленные слизь и кровь, под воздействием дезинфектанта могут загустеть и сделать невозможным дальнейшее проникновение дезинфектанта. Таким образом, ручная чистка эндоскопа является исключительно важной процедурой.

Качественная ручная очистка эндоскопа уменьшает количество микроорганизмов на поверхности прибора (контаминацию) в 1000 – 10000 раз.

После механической очистки части эндоскопической системы опять тщательно промывают водой. Эндоскопы, не обеспечивающие погружение в жидкость части, подлежащие обработке, желательно не применять (практически все современные модели обеспечивают возможность погружения в раствор частей, подлежащих обработке после проведения эндоскопических исследований).

На всех стадиях работы при техническом обслуживании и эксплуатации эндоскопического оборудования его следует проверять на отсутствие повреждений. При обнаружении повреждения прибор не следует погружать в моющий раствор и продолжать его дальнейшее использование. Необходимо обратиться к изготовителю эндоскопического оборудования или в организации технического обслуживания или ремонта. При отправке для ремонта эндоскоп следует считать инфицированным медицинским прибором и снабжать соответствующей транс-

портной маркировкой.

Существует несколько уровней обработки:

Стерилизация - полное уничтожение всех форм живых микроорганизмов. Стерилизация выполняется физическими или химическими средствами.

Дезинфекция - процесс, при котором с неживых объектов устраняются многие или все патогенные микроорганизмы за исключением спор бактерий.

При дезинфекции высокого уровня уничтожаются все микроорганизмы, за исключением бактериальных спор в большом количестве. Дезинфекция среднего уровня инактивирует микобактерии туберкулеза, вегетативные формы бактерий, большинство вирусов и грибов, но не обязательно уничтожает споры бактерий. При дезинфекции низкого уровня уничтожается большинство бактерий, некоторые вирусы и грибы, но этот уровень не может быть надежным методом устранения резистентных микроорганизмов, например, микобактерии туберкулеза или спор бактерий.

Согласно Рекомендациям Ассоциации специалистов по противоинфекционной работе и эпидемиологии (APIC) по выбору и применению дезинфицирующих средств, эндоскопы, проникающие в полости (например, эзофагогастродуоденоскопы, колоноскопы, ректороманоскопы, бронхоскопы) не должны содержать каких-либо микроорганизмов, но могут содержать споры бактерий, т. к. неповрежденные слизистые оболочки обычно являются эффективным барьером для инфицирования спорами широко распространенных бактерий, однако подвержены действию других микроорганизмов, например, микобактерии туберкулеза или вирусов. Поэтому эндоскопы для желудочно-кишечного тракта и бронхиального дерева могут быть подвергнуты дезинфекции высокого уровня, а не стерилизации.

Подходы к обработке эндоскопов, не проникающих в стерильные полости организма (этапы обработки эндоскопов для диагностического осмотра):

По имеющейся в Интернете информации медики большинства зарубежных стран, в большей части случаев, проводят

следующую обработку эндоскопов:

- 1 - первичная очистка чистой водой;
- 2 - очистка специальным моющим средством;
- 3 - отмыв чистой водой от остатков моющего средства;
- 4 - дезинфекция высокого уровня;
- 5 - отмыв от остатков дезинфицирующего средства, просушивание каналов и поверхности эндоскопа.

Соответственно, аналогичные рекомендации даются в эксплуатационной документации на импортное эндоскопическое оборудование. Вместе с данным специальной литературы и нормативным документам в России и странах СНГ используется обработка, включающая:

- 1 - первичную очистку чистой водой;
- 2 - первичную дезинфекцию эндоскопа;
- 3 - отмыв эндоскопа чистой водой от остатков дезинфицирующего средства;
- 4 - предстерилизационную очистку;
- 5 - отмыв чистой водой от остатков дезинфицирующих и моющих средства;
- 6 - стерилизацию;
- 7 - отмыв от остатков дезинфицирующего (стерилизующего) средства, просушивание каналов и поверхности эндоскопа.

В каждом конкретном случае метод обработки определяется медицинским персоналом в зависимости от типа используемого эндоскопического оборудования и характера эндоскопических исследований.

Многие клинические и биохимические исследования показали, что при должной очистке и обработке эндоскопического оборудования микобактерии туберкулеза эффективно уничтожаются после 20 мин погружения в 2% глутаровый альдегид при температуре 20°C. Рекомендации АРІС по выбору и использованию дезинфицирующих средств предлагают время воздействия не менее 20 мин при температуре 20°C для дезинфекции высокого уровня после предварительной обработки ферментным детергентом или детергентом, удаляющим остатки тканей и существенно снижающим микробное загрязнение.

В большинстве случаев, после химической дезинфекции эндоскопы промывают стерильной водой. Допускается промывание эндоскопа водопроводной водой с последующей промывкой 70% раствором этилового или изопропилового спирта. После промывки водой эндоскоп (особенно его каналы) должен быть тщательно просушен воздухом. Окончательная сушка, с предварительной промывкой спиртом, а затем продувкой воздухом всех каналов, значительно снижает возможность повторного загрязнения эндоскопов микроорганизмами, содержащимися в воде, и вероятность роста микроорганизмов в каналах эндоскопа.

После дезинфекции эндоскопы следует предохранять от повреждения и накопления остаточной влаги. Эндоскопы не следует сворачивать или хранить в коробках, которые невозможно очистить. Их рекомендуется подвешивать вертикально. Следует избегать продолжительного хранения эндоскопов, прошедших дезинфекцию высокого уровня.

Для эндоскопов, проникающих в нормально стерильные полости (например, лапароскопы, цистоскопы, артроскопы и другие), оптимальным уровнем обработки считается, в основном, стерилизация, а если это невозможно, то обязательным является проведение дезинфекции высокого уровня. После дезинфекции высокого уровня или стерилизации жидким стерилизующим средством эндоскопы этой группы следует промывать стерильной водой. Во избежание загрязнения микроорганизмами использование водопроводной воды и другой нестерильной воды, для таких эндоскопических систем, недопустимо. После промывки эндоскоп следует высушить методом, который не допускает повторного загрязнения инструмента.

Методы очистки, дезинфекции или стерилизации, а также средства, использующиеся для этих целей, должны соответствовать двум главным требованиям:

1 - они должны быть зарегистрированы в Российской Федерации для указанных целей;

2 - они должны быть проверены и одобрены компанией - производителем конкретного эндоскопического оборудования

для использования.

Моющие средства:

Для очистки эндоскопов большинство изготовителей рекомендуют применять жидкое моющее средство, надлежащим образом (в соответствии с инструкциями по применению) разбавленное, так как порошкообразные средства могут оставлять осадок на инструменте. Более того, при неполном растворении, частицы такого средства могут стать активным очагом коррозии.

Хотя кислые или щелочные моющие средства имеют некоторые преимущества при воздействии на бактериальную микрофлору, производители эндоскопического оборудования рекомендуют применять моющие средства с нейтральным рН (7,0 - 8,5), которые оказывают меньшее коррозионное воздействие на инструменты.

Не рекомендуется применять средства, совмещающие моющее и дезинфицирующие свойства. Это связано с тем, что в подобных средствах фиксирующее действие дезинфицирующего агента (альдегидов или спиртов), выражено гораздо сильнее, чем очищающее действие моющего компонента (четвертичных аммониевых соединений или других поверхностно-активных веществ). Фиксация загрязнений при использовании таких средств может значительно снизить эффективность дальнейшей обработки, а также привести к поломке эндоскопа.

Необходимо учитывать, что моющие средства следует использовать однократно: готовить непосредственно перед употреблением и сливать после каждого использования.

Методы и средства для дезинфекции и стерилизации:

Несмотря на существование различных методов дезинфекции, при обработке эндоскопического оборудования, особенно для дезинфекции высокого уровня, наиболее широко применяется химическая дезинфекция с использованием жидких дезинфектантов.

При обработке эндоскопов не следует совмещать очистку и дезинфекцию. Это связано с тем, что раствор, образованный моющим и дезинфицирующим средством, быстро теряет свою

микроцидную активность из-за загрязнения, что может привести не только к переносу инфекции от пациента к пациенту, но и от пациента медицинскому персоналу, выполняющему обработку или техническому персоналу, производящему техническое обслуживание или ремонт, а также вызвать формирование в каналах эндоскопического устройства устойчивых штаммов микроорганизмов.

В качестве средств для дезинфекции высокого уровня применяются "холодные стерилианты" - препараты, уничтожающие при комнатной температуре все формы и виды микроорганизмов, включая бактериальные споры, но экспозиционная выдержка при дезинфекции высокого уровня больше, чем при стерилизации. При этом, противомикробное действие такого вещества не должно существенно ослабляться присутствием органического материала. Эти вещества также не должны повреждать эндоскопы или вызывать токсические реакции у обслуживающего персонала.

Классическим средством для дезинфекции высокого уровня и "золотым стандартом" считается 2% щелочной раствор глютарового альдегида. Его применение широко распространено благодаря высоким биоцидным свойствам, активности в присутствии органического вещества, отсутствию повреждающего воздействия на эндоскопическое оборудование, включая, пластиковые и резиновые изделия.

Производители, рекомендуют также применение средств с 0,55% ортофталевым альдегидом в качестве активного действующего вещества, применение которого разрешено Управлением по контролю за продуктами питания и лекарственными средствами (FDA). Ортофталевый альдегид имеет значительные потенциальные преимущества в сравнении с глютаровым альдегидом. Он не только обладает хорошей стабильностью в широком диапазоне pH, более высокой микроцидной активностью, но и не оказывает раздражающего действия на глаза и носоглотку. Кроме того, ортофталевый альдегид не требует активации перед применением.

Наряду с альдегидами в качестве дезинфектантов высоко-

го уровня могут использоваться препараты на основе других химических веществ. Например, средства на основе пероксида водорода могут рассматриваться в качестве дезинфектантов высокого уровня, однако следует помнить, что пероксид водорода быстро распадается и оказывает выраженное повреждающее действие на металлы и другие материалы, обуславливая уменьшение срока эксплуатации эндоскопического оборудования.

Группа «надкислот» в настоящее время рассматривается производителями и потребителями эндоскопического оборудования как одна из самых перспективных для холодной стерилизации и дезинфекции высокого уровня. Например, «надуксусная» кислота в низких концентрациях (0,001-0,2%) характеризуется очень быстрым действием на все микроорганизмы, в том числе на бактериальные споры. Особым преимуществом надуксусной кислоты является то, что продукты ее распада (например, уксусная кислота, вода, кислород, пероксид водорода) не являются токсичными и не оставляют осадка. Активность данного средства стерилизации и дезинфекции сохраняется и в присутствии органических веществ, и спороцидный эффект наблюдается даже при низких температурах. «Надуксусная» кислота, безусловно, может вызывать коррозию меди, латуни, бронзы, мягкой стали и гальванических покрытий, однако эти эффекты могут быть ослаблены различными добавками и изменением ее кислотности (рН). Новое дезинфицирующее и стерилизующее средство, содержащее 0,35% «надуксусной» кислоты, было создано в качестве возможной альтернативы глутаровому альдегиду и предварительные исследования показали его высокую спороцидную и микобактерицидную активность.

Часто используется ручная процедура дезинфекции, при которой конечный результат напрямую зависит от уровня подготовки персонала. Целесообразно использование при дезинфекции моечных машин. В этом случае эффективность обработки эндоскопов также остается стабильно высокой. Причем, при дезинфекции посредством применения автоматической мойки весь процесс дезинфекции проходит под герметичной

крышкой, что исключает вредное воздействие на персонал дезинфектанта, который, попадая в организм, может разрушать слизистую оболочку и вызывать гастриты и колиты.

Необходимо учитывать, что достаточно серьезную проблему при проведении дезинфекции представляет собой огромное количество патогенных микроорганизмов, таких как Hepatitis viruses, Helicobacter pylori, Tubercle bacilli, Atypical micobacteria и пр., которые в большинстве случаев имеются на рабочей части эндоскопа и которые необходимо уничтожить в процессе дезинфекции. Сложная конструкция эндоскопа (внутренние каналы, подъемник щипцов, обилие поверхностей сложных форм) создает дополнительные сложности при обработке.

Различные микроорганизмы обладают различной стойкостью к дезинфектантам. Hepatitis viruses, AIDS viruses, а также большинство основных бактерий могут быть уничтожены достаточно быстро. С другой стороны, споры таких бактерий как Mycobacterium Tuberculosis и Atypical micobacteria требуют более длительной процедуры дезинфекции. Время дезинфекции, необходимое для уничтожения Mycobacterium Tuberculosis, считается стандартным для так называемой дезинфекции высокого уровня.

Некоторые вещества не рекомендуются для обработки эндоскопов и эндоскопического оборудования в связи с недостаточным спектром микробиологического эффекта (несоответствие определению дезинфицирующего вещества высокого уровня), токсичностью для персонала или негативным физико-химическим воздействием на эндоскопическое оборудование. К таким веществам относят:

1 - кожные антисептики (повидона-йод, хлоргексидина глюконат или другие);

2 – гипохлориты, вследствие их коррозионного эффекта и инактивации органическими веществами;

3 - четвертичные аммониевые соединения (ЧАС), которые могут быть использованы для обработки некритических поверхностей, но не пригодны для дезинфекции рабочих частей

эндоскопов, так как не уничтожают споры, туберкулезные микобактерии и гидрофильные вирусы и сами могут стать питательной средой для микроорганизмов;

4 – фенолы, которые абсорбируются пористыми материалами и даже после тщательной промывки дезинфицированных изделий вызывают раздражение тканей и повреждают слизистые оболочки. Кроме того, они могут в помещении образовывать пары фенола в опасных концентрациях. По этим причинам, а также из-за слабого, в ряде случаев, даже отсутствия спороцидного эффекта, они не рекомендуются и производителями эндоскопического оборудования и медиками для дезинфекции эндоскопов.

Для стерилизации эндоскопов могут использоваться и другие методы. Эндоскопы, выдерживающие высокую температуру и влажность, могут быть подвергнуты автоклавированию. Большинство же эндоскопического оборудования относится к категории термолabileного, и поэтому следует использовать низкотемпературные (<60°C) методы для его обработки. К низкотемпературным методам, как указывалось выше, относятся химическая стерилизация жидкими средствами. Дополнительно можно назвать, например, стерилизацию этиленоксидом, стерилизация низкотемпературной плазмой пероксида водорода.

Отметим, что, в ряде случаев, для стерилизации эндоскопов могут использоваться те же химические средства, что и для дезинфекции высокого уровня, но при более продолжительной экспозиции. По сравнению с классическими средствами на основе альдегидов, имеющими продолжительное время стерилизации при 20 °C (4-10 часов), средства основанные указанной выше надуксусной кислоте (в частности, препараты с концентрацией 0,35% по надуксусной кислоте) имеют существенное преимущество - спороцидный эффект достигается за 10 минут.

Оксид этилена (ОЭ) также как средство для стерилизации термолabileного медицинского оборудования. Несмотря на высокие микроцидные качества, ОЭ оказывает токсичное, мутагенное и, возможно, канцерогенное действие. Кроме того, сте-

Подчеркнем, что при обработке эндоскопа необходимо использовать такой метод, который обеспечивает требуемый уровень дезинфекции. В то же время нельзя использовать дезинфектант, обеспечивающий требуемый уровень дезинфекции, но вызывающий повреждения эндоскопа или является токсичным для персонала. В большинстве случаев наилучшим выходом из положения является использование моечной машины. При выборе моечной машины важно знать, обеспечивает ли она полную дезинфекцию эндоскопа, а также обеспечивает ли выбранный дезинфектант требуемый (оптимальный) уровень дезинфекции при использовании в данной моечной машине.

Выбор оптимального метода обработки является основой безопасности и надежности эндоскопического исследования. При выборе оптимального метода обработки необходимо опираться на вышеуказанные критерии.

Контрольные вопросы к Главе 4

Вопрос № 1. Эндоскопы с волоконной оптикой - это:

ОТВЕТЫ:

1. оптическая наблюдательная система которых построена с применением линз;
2. эндоскопы, в которых освещение наблюдаемого объекта создается световым потоком, передаваемым по волоконному световоду от источника света, установленного вне исследуемой области;
3. гибкие эндоскопы, в оптической схеме которых используются гибкие волоконные световоды для передачи изображения.

Вопрос № 2. Гибкие эндоскопы - это:

ОТВЕТЫ:

1. медицинские эндоскопы, рабочая часть которых может плавно изгибаться в определенных пределах;
2. медицинские эндоскопы, обеспечивающие возможность их изгиба в заданных направлениях;
3. медицинские эндоскопы, предназначенные для исследования и хирургического лечения полостей, включающих криволинейные участки.

Вопрос № 3. Лапароскопия - это:

ОТВЕТЫ:

1. лечебное или диагностическое вмешательство на органах брюшной полости;
2. только лечебное вмешательство на органах брюшной полости;
3. только диагностическое вмешательство на органах брюшной полости.

Вопрос № 4. Диапазон изменения глубины резкости эндоскопических систем, применяемых в клинической практике, мм:

ОТВЕТЫ:

1. 3 – 100;
2. 5 – 100;
3. 1 – 100.

Вопрос № 5. Диоптрии для эндоскопических систем, применяемых в клинической практике:

ОТВЕТЫ:

1. от + 2D до – 8D;
2. от + 5D до - 12 D;
3. от +1D до - 3,5D.

Вопрос № 6. Цифровой выход видеопроцессора ЕРК -1000 реализуется через:

ОТВЕТЫ:

1. специальный разъем, входящий в комплект поставки;
2. стандартный разъем USB;
3. через любой стандартный разъем.

Вопрос № 7. Отличие видеоэндоскопа от фиброскопа заключается в следующем:

ОТВЕТЫ:

1. наличии в системе более гибкого световода;
2. конвертировании светового потока в электрический сигнал;
3. методах очистки, дезинфекции и стерилизации.

Вопрос № 8. Включать или выключать питание видеоэндоскопической системы разрешается только тогда, когда:

ОТВЕТЫ:

1. видеокабель присоединен к эндоскопу;
2. видеокабель присоединен к видео-центру;
3. видеокабель подсоединен к эндоскопу и видеоцентру.

Вопрос № 9. Попадание жидкости внутрь эндоскопического прибора, вследствие отсутствия герметичности, приводит к:

ОТВЕТЫ:

1. коррозии элементов эндоскопической системы;
2. ухудшению, а при дальнейшей эксплуатации - к полной потере изображения;
3. к выходу из строя эндоскопической системы.

Вопрос № 10. Стерилизация - это:

ОТВЕТЫ:

1. процесс, при котором с неживых объектов устраняются многие или все патогенные микроорганизмы за исключением спор бактерий;
2. процесс, при котором происходит полное уничтожение всех форм живых микроорганизмов;
3. процесс удаления микроорганизмов посредством механической и химической обработки.

Вопрос № 11. Требования к методам очистки, дезинфекции или стерилизации эндоскопического оборудования, а также к средствам, используемым для этих целей заключаются в том, что:

ОТВЕТЫ:

1. они должны быть зарегистрированы в Российской Федерации для указанных целей;
2. они должны быть проверены и одобрены компанией - производителем конкретного эндоскопического оборудования для использования в клинических условиях;
3. они должны быть зарегистрированы в Российской Федерации для указанных целей и проверены и одобрены компанией - производителем конкретного эндоскопического оборудования для использования в клинических условиях.

Вопрос № 12. Использование специальных моечных машин для дезинфекции имеет преимущества перед ручной обработкой потому, что:

ОТВЕТЫ:

1. улучшается качество дезинфекции; и устраняется опасность токсичного воздействия дезинфицирующего раствора на организм обслуживающего персонала;
2. автоматизируется процесс дезинфекции;
3. улучшается качество дезинфекции.

ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ

Вопрос № 1. Основой ультразвукового метода исследования является:

ОТВЕТЫ:

1. взаимодействие ультразвука с тканями тела человека;
2. прием отраженных сигналов;
3. излучение ультразвука.

Вопрос № 2. Ультразвуковые колебания – колебания с частотой не ниже:

ОТВЕТЫ:

1. 18 кГц;
2. 2000 Гц;
3. 1 МГц;
4. 15 Гц.

Вопрос № 3. Усредненная скорость распространения ультразвука в мягких биотканях:

ОТВЕТЫ:

1. 1450 м/с;
2. 1540 м/с;
3. 1620 м/с.

Вопрос № 4. Скорость распространения ультразвуковых колебаний определяется:

ОТВЕТЫ:

1. длиной волны;
2. амплитудой колебаний;
3. свойствами сред.

Вопрос № 5. В ультразвуковых индикаторах потока крови используется:

ОТВЕТЫ:

1. эффект Допплера;
2. эффект отражения ультразвуковой волны биологическими тканями;
3. эффект поглощения ультразвуковой волны биологическими тканями.

Вопрос № 6. На каких принципах основана ультразвуковая эхолокация биологических тканей?

ОТВЕТЫ:

1. на принципах измерения скорости ультразвука в различных биологических средах;
2. на принципах отражения и поглощения ультразвуковых волн различными биологическими средами;
3. на принципах электродинамики.

Вопрос № 7. Как улучшить качество изображения при применении ультразвукового эхо-локатора в клинических условиях?

ОТВЕТЫ:

1. между ультразвуковыми датчиками и биологической тканью разместить специальный гель по акустическим свойствам близким к акустическим свойствам биологических тканей;
2. между ультразвуковыми датчиками и биологической тканью разместить специальный гель по акустическим свойствам близким к акустическим свойствам ультразвуковых датчиков;
3. обеспечить плотный контакт ультразвукового датчика и биологических тканей.

Вопрос № 8. В чем заключается доплеровское картирование?

1. в измерении плотности биологических тканей;
2. в измерении коэффициента отражения биологических тканей;
3. в регистрации скорости кровотока.

Вопрос № 9. Кардиопакет:

ОТВЕТЫ:

1. вспомогательные устройства для анализа ЭКГ;
2. специализированное программное обеспечение для кардиологических исследований и расчетов;
3. набор электродов ЭКГ.

Вопрос № 10. Тканевая гармоника (Tissue Harmonic Echo):

ОТВЕТЫ:

1. повышение качества изображения за счет режекции боковых сигналов и ревербераций ультразвукового сигнала в тканях;
2. поглощаемая тканями энергия ультразвука;
3. отражаемая тканями энергия ультразвука.

Вопрос № 11. Максимальная мощность потребления:

ОТВЕТЫ:

1. до 150 ВА;
2. до 1500 ВА;
3. до 15 ВА.

Вопрос № 12. Частота генерации ультразвука:

ОТВЕТЫ:

1. 35 МГц;
2. 3,5 кГц;
3. 3,5 МГц.

Вопрос № 13. Доплеровские исследования:

ОТВЕТЫ:

1. Возможны;
2. Невозможны;
3. Возможны с использованием дополнительных устройств.

Вопрос № 14. Рабочий диапазон частот:

ОТВЕТЫ:

1. 26 МГц – 85 МГц;
2. 2,6 МГц – 85 МГц;
3. 2,6 МГц – 8,5 МГц набор электродов ЭКГ.

Вопрос № 15. СОНОЛАЙН G50:

ОТВЕТЫ:

1. цифровая ультразвуковая система для многофункционального исследования в диагностических центрах с незначительным количеством пациентов;
2. цифровая ультразвуковая система с цветным доплером;
3. цифровая ультразвуковая система для рутинного ультразвукового исследования в клиниках и диагностических центрах с большим потоком пациентов.

Вопрос № 16. Ультразвуковые датчики:

ОТВЕТЫ:

1. широкополосные;
2. 2-х полосные;
3. однополосные.

Вопрос № 17. Возможность доплеровских исследований:

ОТВЕТЫ:

1. 1;
2. 3;
3. 4.

Вопрос № 18. Технология SonoСТ предназначена для:

ОТВЕТЫ:

1. телеметрии;

2. ускоренной архивации медицинских изображений;
3. улучшенной визуализации.

Вопрос № 19. PureWave: качественный рывок в конструировании датчиков:

ОТВЕТЫ:

1. снижает себестоимость датчика за счет применения более технологичных материалов;
2. улучшает эргономику датчика;
3. позволяют получить изображения, детально отображающие тонкие структуры благодаря использованию монокристаллов.

Вопрос № 20. Что может служить защитой инвестиций и дополнительным конкурентным преимуществом в производстве и продаже высокотехнологичного оборудования:

ОТВЕТЫ:

1. цены на оборудование ниже рыночных;
2. отличное постгарантийное и сервисное обслуживание;
3. качественные рекламные материалы.

Вопрос № 21. Какие из перечисленных аппаратов используются для рентгеновской диагностики:

ОТВЕТЫ:

1. флюорографы;
2. маммографы;
3. УЗИ;
4. магнито-резонансные томографы;
5. аппараты для костной денситометрии.

Вопрос № 22. Какие из перечисленных устройств являются компонентами РДА на три рабочих места:

ОТВЕТЫ:

1. моноблочный излучатель;
2. флюорографическая камера;
3. УРИ;
4. универсальный телеуправляемый стол-штатив;
5. стойка снимков.

Вопрос № 23. Каково максимальное напряжение на рентгеновской трубке, используемой в РДА:

ОТВЕТЫ:

1. 220 В;
2. 380 В;

3. 1000 В;
4. 40000 В;
5. 150000 В.

Вопрос № 24. Каков максимальный ток рентгеновской трубки, используемой в РДА:

ОТВЕТЫ:

1. 1 мА;
2. 10 мА;
3. 100 мА;
4. 1 А;
5. 10 А.

Вопрос № 25. Каков максимальный угол качания при проведении линейной томографии на РДА:

ОТВЕТЫ:

1. 5 град.;
2. 10 град.;
3. 20 град.;
4. 45 град.;
5. 60 град.

Вопрос № 26. Кем должен проводиться КТС перед использованием РДА:

ОТВЕТЫ:

1. главным врачом ЛПУ;
2. персоналом, работающим с РДА;
3. специалистом обслуживающей организации;
4. специалистом предприятия-изготовителя РДА.

Вопрос № 27. В каких случаях проводится текущий КТС РДА:

ОТВЕТЫ:

1. при передаче РДА из одного ЛПУ в другое;
2. при демонтаже РДА;
3. при списании РДА;
4. при длительном хранении на складе.

Вопрос № 28. Какие мероприятия проводятся при плановом ТО:

ОТВЕТЫ:

1. калибровка рентгеновского генератора;
2. удаление следов коррозии и загрязнений;
3. дозаправка расходными материалами компонентов РДА;
4. подводка электрического заземления.

Вопрос № 29. Чем определяется периодичность планового ТО:

ОТВЕТЫ:

1. Законом об обязательном медицинском страховании;
2. требованием главного врача ЛПУ;
3. требованием ОГСЭС;
4. требованием эксплуатационной документации.

Вопрос № 30. Какие условия необходимы для начала монтажа РДА:

ОТВЕТЫ:

1. наличие удостоверений по 5ой группе электробезопасности у монтажников;
2. проведение инструктажа по охране труда;
3. проведение инструктажа медперсонала по использованию РДА;
4. наличие в кабинете всех инженерных коммуникаций.

Вопрос № 31. Основные задачи СО:

ОТВЕТЫ:

1. разработка новой аппаратуры для медицинской диагностики;
2. проведение технического обслуживания;
3. проведение ремонтов РДА;
4. проведение дозиметрического контроля рентгеновских кабинетов.

Вопрос № 32. Чем определяется структура сервисной организации:

ОТВЕТЫ:

1. Законом об обязательном медицинском страховании;
2. требованием главного врача ЛПУ;
3. требованием ОГСЭС;
4. задачами и целями сервисной организации.

Вопрос № 33. Чем определяется необходимая численность технического персонала СО:

ОТВЕТЫ:

1. требованиями СанПиН;
2. числом РДА, находящихся на обслуживании СО;
3. продолжительностью мероприятий по ТО;
4. численностью жителей населенного пункта.

Вопрос № 34. Когда проводится периодический контроль эксплуатационных параметров РДА:

ОТВЕТЫ:

1. при вводе в эксплуатацию в ЛПУ;
2. перед списанием РДА;

- 3 после ремонта;
- 4 при смене заведующего рентгеновским отделением.

Вопрос № 35. Какие параметры РДА подлежат обязательному периодическому контролю:

ОТВЕТЫ:

1. точность выполнения уставок анодного напряжения;
2. точность уставок длительности экспозиции;
3. работа экспонометра в режиме рентгеноскопии;
4. работа УРИ в режиме рентгенографии.

Вопрос № 36. Какие средства необходимы для проверки работы экспонометров:

ОТВЕТЫ:

1. токовые клещи;
2. тест динамического диапазона;
3. водный фантом;
4. мультиметр.

Вопрос № 37. Какие средства необходимы для измерения радиационного выхода излучателя:

ОТВЕТЫ:

1. линейка;
2. осциллограф;
3. дозиметр;
4. денситометр.

Вопрос № 38. При каком анодном напряжении следует измерять контрастную чувствительность:

ОТВЕТЫ:

1. 40 кВ;
2. 70 кВ;
3. 100 кВ;
4. 125 кВ.

Вопрос № 39. Толщина AL-пластины за наборным фильтром для теста динамического диапазона:

ОТВЕТЫ:

1. 0,2 мм;
2. 0,3 мм;
3. 0,5 мм;
4. 0,6 мм.

Вопрос № 40. При каком фокусном расстоянии следует проводить тест совмещения полей облучения:

ОТВЕТЫ:

1. 80 см;
2. 100 см;
3. 110 см;
4. 120 см.

Вопрос № 41. Индукция магнитного поля современных МР-томографов, как правило, составляет:

ОТВЕТЫ:

1. 0,15 Т;
2. 1,5 Т;
3. 15 Т.

Вопрос № 42. Хладагент в МРТ применяется для:

ОТВЕТЫ:

1. охлаждения сверхпроводящего магнита;
2. охлаждения выходных каскадов усилителей мощности сигнала радиочастотного генератора;
3. охлаждения блоков питания МРТ.

Вопрос № 43. При техническом обслуживании МРТ строгому контролю подлежит:

ОТВЕТЫ:

1. изменение индукции постоянного поля магнита;
2. изменение частоты резонансного генератора;
3. утечка газообразного гелия из рефрижераторных систем МРТ.

Вопрос № 44. Рентгеновская компьютерная томография основана на:

ОТВЕТЫ:

1. обработке информационных сигналов, снимаемых с вращающейся вокруг объекта рентгеновской трубки;
2. использовании методик линейной томографии;
3. отражении рентгеновских лучей от тканей с различными плотностями.

Вопрос № 45. Гентри:

ОТВЕТЫ:

1. единица измерения интенсивности рентгеновского излучения;
2. главный компонент измеряющей системы томографа, включающий в себя источник излучения (рентгеновскую трубку) и детекторы рентгеновского излучения, смонтированные на специальной раме;

3. одномерный или двумерный массив детекторов.

Вопрос № 46. Анод:

ОТВЕТЫ:

1. положительно заряженный электрод, мишень в рентгеновской трубке (при КТ может быть неподвижным или вращающимся);
2. отрицательный заряженный электрод в рентгеновской трубке.

Вопрос № 47. Коллиматор:

ОТВЕТЫ:

1. механическое устройство, формирующее сечение пучка рентгеновских лучей;
2. керамический материал с соответствующей присадкой, испускающей свет, под действием рентгеновского излучения;
3. фильтр, устанавливаемый на детектор, с целью исключения рассеяния рентгеновского излучения.

Вопрос № 48. Спиральная КТ:

ОТВЕТЫ:

1. метод КТ с непрерывным вращением гентри и перемещением объекта вдоль оси Z;
2. метод КТ со смещением детектора;
3. метод КТ с параллельной схемой излучения.

Вопрос № 49. Эндоскопы с волоконной оптикой - это:

ОТВЕТЫ:

1. оптическая наблюдательная система которых построена с применением линз;
2. эндоскопы, в которых освещение наблюдаемого объекта создается световым потоком, передаваемым по волоконному световоду от источника света, установленного вне исследуемой области;
3. гибкие эндоскопы, в оптической схеме которых используются гибкие волоконные световоды для передачи изображения.

Вопрос № 50. Гибкие эндоскопы - это:

ОТВЕТЫ:

1. медицинские эндоскопы, рабочая часть которых может плавно изгибаться в определенных пределах;
2. медицинские эндоскопы, обеспечивающие возможность их изгиба в заданных направлениях;
3. медицинские эндоскопы, предназначенные для исследования и хирургического лечения полостей, включающих криволинейные участки.

Вопрос № 51. Лапароскопия - это:

ОТВЕТЫ:

1. лечебное или диагностическое вмешательство на органах брюшной полости;
2. только лечебное вмешательство на органах брюшной полости;
3. только диагностическое вмешательство на органах брюшной полости.

Вопрос № 52. Диапазон изменения глубины резкости эндоскопических систем, применяемых в клинической практике, мм:

ОТВЕТЫ:

1. 3 – 100;
2. 5 – 100;
3. 1 – 100.

Вопрос № 53. Диоптрии для эндоскопических систем, применяемых в клинической практике:

ОТВЕТЫ:

1. от +2D до – 8D;
2. от +5D до - 12 D;
3. от +1D до - 3,5D.

Вопрос № 54. Цифровой выход видеопроцессора ЕРК -1000 реализуется через:

ОТВЕТЫ:

1. специальный разъем, входящий в комплект поставки;
2. стандартный разъем USB;
3. через любой стандартный разъем.

Вопрос № 55. Отличие видеоэндоскопа от фиброскопа заключается в следующем:

ОТВЕТЫ:

1. наличии в системе более гибкого световода;
2. конвертировании светового потока в электрический сигнал;
3. методах очистки, дезинфекции и стерилизации.

Вопрос № 56. Включать или выключать питание видеоэндоскопической системы разрешается только тогда, когда:

ОТВЕТЫ:

1. видеокабель присоединен к эндоскопу;
2. видеокабель присоединен к видео-центру;
3. видеокабель подсоединен к эндоскопу и видеоцентру.

Вопрос № 57. Попадание жидкости внутрь эндоскопического прибора, вследствие отсутствия герметичности, приводит к:

ОТВЕТЫ:

1. коррозии элементов эндоскопической системы;
2. ухудшению, а при дальнейшей эксплуатации - к полной потере изображения;
3. к выходу из строя эндоскопической системы.

Вопрос № 58. Стерилизация - это:

ОТВЕТЫ:

1. процесс, при котором с неживых объектов устраняются многие или все патогенные микроорганизмы за исключением спор бактерий;
2. процесс, при котором происходит полное уничтожение всех форм живых микроорганизмов;
3. процесс удаления микроорганизмов посредством механической и химической обработки.

Вопрос № 59. Требования к методам очистки, дезинфекции или стерилизации эндоскопического оборудования, а также к средствам, используемым для этих целей заключаются в том, что:

ОТВЕТЫ:

1. они должны быть зарегистрированы в Российской Федерации для указанных целей;
2. они должны быть проверены и одобрены компанией - производителем конкретного эндоскопического оборудования для использования в клинических условиях;
3. они должны быть зарегистрированы в Российской Федерации для указанных целей и проверены и одобрены компанией - производителем конкретного эндоскопического оборудования для использования в клинических условиях.

Вопрос № 60. Использование специальных моечных машин для дезинфекции имеет преимущества перед ручной обработкой потому, что:

ОТВЕТЫ:

1. улучшается качество дезинфекции; и устраняется опасность токсичного воздействия дезинфицирующего раствора на организм обслуживающего персонала;
2. автоматизируется процесс дезинфекции;
3. улучшается качество дезинфекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Р. Ливенсон. Электромедицинская аппаратура. 1981.
2. А.Р.Ливенсон, Н.М. Ливенцев. Электробезопасность медицин аппаратуры.
3. ГОСТ 12.0.004-98. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения
4. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
5. ГОСТ 19152-80. Система технического обслуживания и ремонта техники. Ремонтпригодность. Общие требования.
6. ГОСТ 23256-86. Изделия медицинской техники. Требования к надежности и методы испытаний
7. ГОСТ Р 50267.0-92. Изделия медицинские электрические. Ч.1. Общие требования безопасности
8. Письмо МЗ РФ № 293-22/233 от 27.10.03 «О введении в действие методических рекомендаций «Техническое обслуживание медицинской техники»
9. Журнал « Медицинская техника », М. ВНИИМП – ВИТА (с 1990г.)
10. Е.П. Попечителев Электрофизиологические методы исследований. М. : Наука. 2002
11. Осипов Л.В. Ультразвуковые диагностические приборы. Практическое руководство для пользователей. – М.: Вилар, 1999
12. Технические средства медицинской интраскопии / Под ред. Б.И.Леонова – М.: Медицина, 1990.
13. Медицинская техника для лучевой диагностики. Справочник / Под ред. Б.И.Леонова, Н.Н.Блинова. – М.: Медицина, 2004.
14. Рентгеновские диагностические аппараты / Под ред. Б.И.Леонова, Н.Н.Блинова. – М.: Медицина, 2001.
15. Основы рентгенодиагностической техники / Под ред. Н.Н.Блинова. – М.: Медицина, 2002.

16. Компьютерная томография. М. Медицина/ под ред. Синицина В.Е.- 2006.
17. Компьютерная ультразвуковая диагностика. М. Наука.- 1999.
18. Биомедицинский бизнес.-М.: №3(190) 2010.
19. Б.И.Леонов, Э.Б.Козловский, Н.Н.Блинов, А.Н.Гуржиев. Сравнительные характеристики цифровых флюорографов. / Медицинская техника – № 6. – 2004.
20. Н.Н.Блинов, А.Ю.Васильев. Современное состояние цифровой рентгенологии в России / Медицинский бизнес – № 4. – 2005.
21. Н.Н.Блинов, А.Н.Гуржиев, М.И.Зеликман. Методики контроля характеристик цифровых рентгеновских приемников / Медицинская техника – № 6. – 2004.
22. В.Н.Линев. Сканирующие технологии в цифровой рентгенодиагностике / Рентгенология-практика. – №3. – 2003.
23. Дж. Мёрта. Справочник врача общей практики. 1230 с, 540 илл. Пер. с англ. Мак-Гроу — Хилл Либри, Италия.
24. Лукомский Г. И., Березов Ю. Е., Эндоскопическая техника в хирургии, М., 1967
25. Логинов А. С., Лапароскопия в клинике внутренних болезней. М., 1969.
26. Соколов Л. К., Атлас эндоскопии желудка и двенадцатиперстной кишки, М., 1975.
27. Федоров И.В, Сигал Б. И., Одинцов В. В. Эндоскопическая хирургия. Изд-во «Медицина», 2001.
28. Руководство по эксплуатации гастродуоденофиброскопа GIF Q-30, Gastrointestinal Fiberscope GIF Q30, сайт фирмы Olympus, Япония;
29. Министерство здравоохранения российской федерации письмо от 27 октября 2003 г. N 293-22/233 о введении в действие методических рекомендаций «техническое обслуживание медицинской техники»;
30. ГОСТ 12.0.005—84. Система стандартов безопасности труда Метрологическое обеспечение в области безопасности труда. Основные положения;

статьи «Disinfection of gastrointestinal endoscopes» Endoscopy Digestiva 15, 2003.

Используемые сайты Интернета

1. www.olympus.com, сайт фирмы Olympus, Япония;
2. Fotoinvest.ru, сайт фирмы Aohua, Китай;
3. Westfalia.ru, сайт фирмы Karl Storz, Германия;
4. medlc.ru, fo-ra.ru сайт фирмы Fujinon, Япония;
5. Zemmed.ru сайт фирмы Olympus, Япония;
6. Baltmedical.ru, sitekserv.ru, medoborud.ru, Megemedservise.ru сайты фирм Olympus, Pentax, Япония;

Государственные стандарты и отраслевые нормативные документы, относящиеся к эндоскопическому оборудованию инструментам и оборудованию для хирургии с применением эндоскопического оборудования

1. ГОСТ 25725-89 Инструменты медицинские. Термины и определения;
2. ГОСТ 18305 Эндоскопы медицинские. Термины и определения;
3. ГОСТ 26332-84 Эндоскопы медицинские. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение;
4. ГОСТ 30324.0-95* Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности;
5. ГОСТ 30391-95 Основные принципы безопасности электрического оборудования, применяемого в медицинской практике;
6. ГОСТ Р 14971-2006 Изделия медицинские. Применение менеджмента риска к медицинским изделиям;
7. ГОСТ Р 50267.0.2-2005 Изделия медицинские электрические. Часть 1-2. Общие требования безопасности. Электромагнитная совместимость. Требования и методы испытаний;
8. ГОСТ Р 51609-2000 Изделия медицинские. Классификация в зависимости от потенциального риска применения. Общие требования;

9. ГОСТ Р ИСО 10993.1-99 Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 1. Оценка и исследования;
10. ГОСТ Р ИСО 14971.1-99 Медицинские изделия. Управление риском. Часть 1. Применение анализа риска к медицинским изделиям;
11. ГОСТ Р ИСО/ТО 16142-2008 Изделия медицинские. Руководство по выбору стандартов, поддерживающих важнейшие принципы обеспечения безопасности и эксплуатационных характеристик медицинских изделий;
12. ГОСТ Р МЭК 878-95 Графические символы, наносимые на медицинские электрические изделия;
13. РД 50-707-91 Методические указания. Изделия медицинской техники. Требования к надежности. Правила и методы контроля показателей надежности;
14. РД 50-717-92 Методические указания. Руководство по безопасной эксплуатации электромедицинских изделий для администрации, обслуживающего и медицинского персонала лечебных учреждений.

Таблица ссылок на рекомендуемые интернет–ресурсы

Наименование	Российский производитель	Иностранные конкуренты
Холедохофиброскопы	Baltmedical.ru	Pentax, Olympus, Япония
Назо-фаринго-ларингофиброскопы	Baltmedical.ru	Pentax, Olympus, Япония
Цистофиброскопы	Baltmedical.ru	Pentax, Япония
Уретеро-ренофиброскопы	Baltmedical.ru	Pentax, Olympus, Япония
Гистерофиброскопы	Baltmedical.ru	Pentax, Olympus, Япония
Терапевтический дуоденоскоп с экстрабольшим инструментальным каналом FD-34V	Baltmedical.ru	Pentax, Япония
Видеоскопы серии 70K	Medtd.ru	Pentax, Япония
Новая серия видеоскопов серии 80K	Medtd.ru	Pentax, Япония
Модельный ряд: PVE Видеогастроскопы, PVE Видеодуоденоскопы, PVE Видеоколоноскопы PVE Видеосигмоидоскопы PVE Видеобронхоскопы	Medtd.ru	Pentax, Япония
Гибкие эндоскопы Pentax.	md.djem.ru, sonomedica.ru	Pentax, Япония
Гастрофиброскопы FG-16V, FG-24V, FG-29V. Гастрофиброскопы FG-15W, FG-24W, FG-29W, FG-34W Дуоденофиброскопы FD-34V, FD-34W Холедохофиброскопы FCN-15X, FCP-9P Колонофиброскопы FC-38MV, FC-38MV2, FC-38FV, FC-38FV2, FC-38LV	sonomedica.ru	Pentax, Япония

<p>Колонофиброскопы FC-38MW, FC-38MW2, FC-38FW, FC-38FW2, FC-38LW</p> <p>Сигмоидофиброскопы FS-34V, FS-34W</p> <p>Бронхофиброскопы FB-8V, FB-10V, FB-15V, FB-18V, FB-19TV</p> <p>Портативные бронхофиброскопы FB-15BS, FB-15RBS, FB-18BS, FB-18RBS</p> <p>Интубационные фиброскопы FI-7BS, FI-7RBS, FI-9BS, FI-9RBS, FI-10BS, FI-10RBS, FI-13BS, FI-13RBS.</p> <p>Назо-фаринго-ларингофиброскопы FNL-7RP3, FNL-15RP3, FNL-10BS/RBS</p> <p>Цитофиброскоп FCY-15RBS</p> <p>Уретеро-ренофиброскопы FUR-13P, FUR-9RBS</p> <p>Гистерофиброскопы FHY-10RBS, FHY-15RBS</p>		
Источники света LH-150PC, LX-750P	md.djem.ru, sonomedica.ru	Pentax, Япония
Видеопроцессор эндоскопический ЕРК-1000	md.djem.ru, sonomedica.ru	Pentax, Япония
Эндоскопическая видеокамера Пентакс PSV-4000 и лекциоскоп FO-T3	md.djem.ru, sonomedica.ru	Pentax, Япония
Лекциоскоп FO-T3	md.djem.ru, sonomedica.ru	Pentax, Япония
Видеоинформационная система OLYMPUS V-70	sonomedica.ru	
Видеоинформационная система EVIS Exera	sonomedica.ru	Olympus, Япония
Цифровая видеоинформа-	sonomedica.ru	Olympus,

ционная система OLYMPUS VISERA		Япония
Видеоинформационная система EVIS EXERA II серии 180	sonomedica.ru	Olympus, Япония
Бронхофиброскопы BF- P60, BF-XP60, BF-MP60, BF-1T60, BF-40, BF-P40, BF-XP40, BF-1T40, BF- XT40, BF-3C40, BF-N20, BF-PE2, BF-TE2.	md.djem.ru,	Olympus, Япония
Гастрофиброскопы GIF- Q40, GIF-XQ40, GIF- XT30, GIF-P30, GIF-1T30, GIF-E, GIF-XPE, GIF-E3.	md.djem.ru,	Olympus, Япония
Доуденофиброскопы JF- 1T40, TJF-30, JF-E, CHF- BP30, TJF-M20, CHF-B20, CHF-P20, CHF-XP20, CHF-T20.	md.djem.ru,	Olympus, Япония
Колонофиброскопы CF-40 (модели L и I), CF-P20 (модели L; I; S), CF- 1T20L, PCF-1T20L, (моде- ли L и I).	md.djem.ru,	Olympus, Япония
Обработка эндоскопов в лечебном учреждении. Современные подходы к проблеме	Eleps.ru	
Фиброволоконные эндо- скопы	Endoecology.ru	
Обработка эндоскопов в лечебном учреждении: со- временные подходы к проблеме	Eleps.ru	

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Глоссарий.....	5
Введение.....	10
Глава 1. Ультразвуковые системы для визуализации органов и тканей человека.....	12
Раздел 1. Физика ультразвука.....	12
Раздел 2. Ультразвуковые диагностические системы фирмы «Алока».....	20
Раздел 3. Ультразвуковые диагностические аппараты фирмы «Сименс».....	44
Раздел 4. Ультразвуковое оборудование фирмы «Филлипс».....	48
Глава 2. Приборы, аппараты и оборудование для рентгенологии.....	66
Раздел 1. История развития рентгенодиагностики.....	67
Раздел 2. Рентгеновские диагностические аппараты (РДА). Классификация РДА.....	71
Раздел 3. Стационарные РДА.....	75
Раздел 4. Флюорографы.....	83
Раздел 5. Аппараты для костной денситометрии.....	88
Раздел 6. Стоматологические аппараты.....	94

Раздел 7. Маммографы.....	98
Раздел 8. Палатные и разборные аппараты.....	103
Раздел 9. Аппараты типа С-дуга и ангиография.....	106
Раздел 10. Содержание технического обслуживания (ТО) и ремонта медицинской техники.....	110
Раздел 11. Организация технического обслуживания (ТО) и ремонта медицинской техники.....	122
Раздел 12. Контроль эксплуатационных параметров медицинской рентгеновской техники.....	125
Раздел 13. Требования безопасности при эксплуатации рентгеновской техники.....	141
Глава 3. Приборы, аппараты и оборудование для томографии.....	155
Раздел 1. Магнитно-резонансная томография (ядерно-магнитная резонансная томография, МРТ).....	155
Раздел 2. Ядерный магнито-резонансный томограф MAGNETOM Avanto – System.....	169
Раздел 3. Магниторезонансный томограф Toshiba EXCELART Vantage 1,5Т.....	170
Раздел 4. Основные виды выполняемых работ при техническом обслуживании томографов.....	178
Раздел 5. Компьютерная томография (КТ).....	180
Раздел 6. Компьютерный томограф SOMATOM Definition.....	183

Раздел 7. Компьютерный томограф SOMATOM Sensation Open.....	187
Раздел 8. Компьютерный томограф Toshiba Asteion Super 4.....	191
Раздел 9. Позиционно – эмиссионная томография (ПЭТ).....	194
Раздел 10. Томографы российского производства.....	196
Раздел 11. Метрологическое обеспечение томографов различных типов.....	198
Глава 4. Оборудование для эндоскопии.....	201
Раздел 1. Основы истории, физики и возможностей клинического применения эндоскопии. Классифика- ция.....	201
Раздел. 2. Описание конструкции, принципа работы. Классификации по дополнительным признакам. Ос- новные технические характеристики эндоскопов. Техническая реализация эндоскопов. Классификация эндоскопов.....	206
Раздел 3. Эндоскопические системы, применяемые в клинической практике.....	213
Раздел 4. Видеоэндоскопические системы.....	241
Раздел 5. Источники света эндоскопических систем....	261
Раздел 6. Видеопроцессоры эндоскопических систем..	264
Раздел 7. Особенности технического обслуживания, ремонта и эксплуатации эндоскопического оборудо- вания. Основные положения технического обслужи- вания и ремонта эндоскопического оборудова-	

ния.....	267
Раздел 8. Основные положения соблюдения техники безопасности при техническом обслуживании и эксплуатации эндоскопического оборудования.....	269
Раздел 9. Дезинфекция и стерилизация эндоскопов.....	271
Итоговый контроль.....	287
Список литературы.....	296

**Государственная лицензия: АА № 002383,
регистрационный № 2373 от 21 октября 2009 г.**

**МЕЖОТРАСЛЕВОЙ ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ КАД-
РОВ ПО НОВЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ РАЗВИТИЯ
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МГТУ им. Н.Э. БАУМАНА**

**Профессиональная переподготовка с присвоением квалификации
(учебная нагрузка более 1000 часов)**

- Специалист по стандартизации и сертификации
- Специалист по стандартизации и экологической безопасности
- Специалист по метрологическому обеспечению производства
- Системный инженер (специалист по эксплуатации аппаратно-программных комплексов ПЭВМ и сетей на их основе)
- Разработчик профессионально-ориентированных компьютерных технологий
- Менеджер в сфере природопользования и охраны окружающей среды
- Менеджер образования

**Профессиональная переподготовка (учебная нагрузка более 500 часов)
и повышение квалификации (учебная нагрузка более 72 часов)**

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Базовая компьютерная подготовка
- Internet и WEB-технологии
- Компьютерная графика, верстка, дизайн, анимация
- Системы управления базами данных
- Бухгалтерский учет на компьютере
- Защита компьютерной информации
- Программирование
- Компьютерные системы и сети
- Администрирование компьютерных систем
- Устройство, диагностирование и наладка офисной техники
- САПР (в том числе CAD/CAE/CAM-системы, компьютерная графика)
- Современные методы инженерных расчетов на ЭВМ
- Автоматизированные системы обработки информации и управления
- Микропроцессорные системы обработки сигналов
- Информационные системы управления предприятием
- Вычислительные системы

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕСТИРОВАНИЯ, ПРОИЗВОДСТВА И СОПРОВОЖДЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

РАДИОТЕЛЕВИЗИОННАЯ АППАРАТУРА

- Устройство, техническое обслуживание и ремонт радиотелевизионной аппаратуры

МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Машиностроительные технологии и конструкционные материалы
- Нанотехнологии
- Сварочное производство
- Метрология, стандартизация, сертификация (техническое регулирование)