

Санитарно-гигиенические требования к магнитно-резонансным томографам и организации работы

Законодательство Москвы

Текст документа по состоянию на июль 2011 года

Интенсивное развитие технологии, разработка новых материалов, совершенствование компьютерной техники привели в последние три десятилетия к появлению целого ряда принципиально новых неинвазивных методов исследования, которые позволяют тем или иным способом увидеть сечение органов, изучить их анатомическое строение, взаиморасположение и провести необходимые измерения. К таким методам, в частности, относится магнитно-резонансная томография (МРТ), основанная на явлении ядерно-магнитного резонанса (ЯМР).

В начале 80-х годов были созданы клинические образцы томографов для исследования всего тела и начался их промышленный выпуск, что привело к лавинообразному потоку публикаций о возможностях исследований с помощью МРТ почек, надпочечников, печени, суставов, костно-мышечного аппарата и др. Интенсивно развивалась и сама методика исследования, включая создание все более совершенных компьютерных программ. Если для получения первых изображений требовались часы, то уже через несколько лет - десятки минут, а затем и минуты. В настоящее время в наиболее совершенных приборах имеется возможность получения изображения в реальном масштабе времени. Большая длительность исследования на первом этапе задерживала использование МРТ для исследования сердца и крупных сосудов. Только в 1983-1985 гг. началось интенсивное исследование сердца и сосудов с использованием синхронизации изображения.

Технология МРТ достаточно сложна: используется эффект резонансного поглощения атомами электромагнитных волн. Человека помещают в создаваемое аппаратом магнитное поле. При этом молекулы в организме разворачиваются согласно направлению магнитного поля. После этого радиоволной проводят сканирование. Изменение состояния молекул фиксируется на специальной матрице и передается в компьютер, где проводится обработка полученных данных. В отличие от компьютерной томографии МРТ позволяет получить изображение патологического процесса в разных плоскостях. 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 компьютерная томография, и обычно занимает не менее 1 часа.

Развитие МРТ привело к созданию новых систем МР-томографов, которые построены на открытых сверхпроводящих магнитах вертикального типа с напряженностью 0,6-2 Тл. Одновременно продолжается совершенствование МР-систем открытого типа на постоянных магнитах с напряженностью на уровне 0,3 Тл при весе магнита до 20 тонн. Еще одной тенденцией является создание малых МР-систем для исследования конечностей для диагностики остеопороза. Малый диаметр магнита позволяет существенно удешевить систему при высоком качестве изображения.

Наивысшим достижением в области МРТ по-прежнему являются сверхпроводящие томографы с напряженностью 3-4 Тл, позволяющие проводить исследования всего тела. Особенно большое расширение диагностических возможностей в таких системах достигается при исследовании головного мозга. Широко развивается МР-ангиография, создаются магнито-контрастные препараты на базе соединений гадолиния.

Ограничения в использовании метода МРТ для пациентов

Большинство ученых считают, что в условиях, когда нет данных об их полной безопасности, подобным исследованиям не следует подвергать беременных женщин. МРТ назначается по строгим показаниям в случаях спорного диагноза или безрезультатности других методов исследований. 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.

Технические характеристики МРТ

В зависимости от величины постоянного магнитного поля различают несколько типов магнитно-резонансных томографов:

со слабым полем - 0,1-0,5 Тл;

со средним полем - 0,5-1,0 Тл;

с сильным полем - 1,0-2,0 Тл;

со сверхсильным полем - > 2,0 Тл.

По принципу действия различают три основных вида магнитов, применяемых для создания постоянного магнитного поля (ПМП): постоянные, резистивные и сверхпроводящие.

Постоянные магниты изготавливаются из ферромагнитных материалов. Они не потребляют электрическую энергию для создания ПМП, не нуждаются в охлаждении. Однако их вес огромен, а индукция создаваемого ПМП невелика, до 0,3 Тл.

Резистивные магниты (или электромагниты) представляют собой соленоид (катушку), по которому пропускают сильный электрический ток. Они позволяют добиться высокой однородности ПМП, но потребляют большое количество электроэнергии и требуют мощной системы охлаждения. Верхняя граница величины ПМП примерно 0,7 Тл, но на практике используются аппараты с ПМП до 0,3 Тл.

Сверхпроводящие магниты используют для создания ПМП явление сверхпроводимости: уменьшение сопротивления некоторых материалов при температурах вблизи абсолютного нуля. Такие магниты требуют специальных многоконтурных систем охлаждения на жидком азоте и гелии, но они способны создавать однородные поля до 9,4 Тл и выше.

По расположению магнитов различают вертикальные и горизонтальные системы МРТ.

В зависимости от конструкции МРТ могут быть открытого (с доступом к пациенту с 3 сторон) и закрытого типа.

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЕЙ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫХ ТОМОГРАФОВ

-----+-----	
! Модель	! Описание
-----+-----	
! Производство фирмы "Сименс"	!
-----+-----	
! MAGNETOM Concerto	! На основе постоянного магнита с напряженностью поля!

	{0,2 Тл с трехсторонним доступом к пациенту. {Используемые С-образный дизайн магнита и боковая {загрузка пациента обеспечивают наивысший комфорт {пациента, практически полностью снимают проблему {клаустрофобии
MAGNETOM Harmony	{На основе сверхпроводящего магнита с напряженностью {поля 1,0 Тл. Используемые короткий дизайн магнита {(всего 160 см, включая кожух) и передне-фронтальный {доступ к пациенту обеспечивают достаточный комфорт {пациента, значительно снижая проблему клаустрофобии
MAGNETOM Symphony	{На основе сверхпроводящего магнита с напряженностью {поля 1,5 Тл. Используемые короткий дизайн магнита {(всего 160 см, включая кожух) и передне-фронтальный {доступ к пациенту обеспечивают достаточный комфорт {пациента, значительно снижая проблему клаустрофобии
MAGNETOM Sonata	{На основе сверхпроводящего магнита с напряженностью {поля 1,5 Тл, специально ориентированный на {углубленные кардиологические или нейроисследования
MAGNETOM Allegra	{На основе компактного сверхпроводящего магнита с {напряженностью поля 0,3 Тл, специально {разработанный только для обследования головного {мозга
MAGNETOM Trio	{На основе сверхпроводящего магнита с напряженностью {поля 3 Тл для обследования всего тела человека
Производство фирмы "Филлипс"	
Achieva 3 Тесла	{Компактная модель с напряженностью поля 3 Тл для {сканирования всего тела
Achieva 1,5 Тесла	{Напряженность поля 1,5 Тл. Конфигурация CV для {сердечно-сосудистых исследований, конфигурация I/T {для интервенционных исследований и проведения {терапевтических процедур. Есть мобильные варианты
Intera 1,5 Тесла	{Напряженность поля 1,5 Тл
Panorama 1,0 Тесла	{Открытая конструкция, активно экранированный {магнит, напряженность поля 1,0 Тл
Panorama 0,6 Тесла	{С-образная конструкция, снижает проблему {клаустрофобии, напряженность поля 0,6 Тл
Panorama 0,23 Тесла	{Напряженность поля 0,23 Тл, конфигурация I/T для {интервенционных исследований и проведения {терапевтических процедур и конфигурация R/T - для {планирования и проведения лучевой терапии
Производство фирмы "Тошиба"	
Excelart Vantage AGV	{Напряженность поля 1,5 Тл, ультракороткий канал, {система снижения шума скана Pianissimo
Excelart Vantage XGV	{Напряженность поля 1,5 Тл, скорость изменения {напряженности поля 130 мТл/м/с
VISART	{На основе сверхпроводящего магнита, напряженность {поля 1,5 Тл
OPART	{На основе сверхпроводящего магнита, напряженность {поля 0,35 Тл
Производство фирмы "Хитачи" (Япония)	
Aperto	{Постоянный магнит 0,4 Тл, для исследования всего {тела (не требующий электропитания и системы {водяного охлаждения). Открыт с 3 сторон, {исключает явления клаустрофобии
Airis Elite	{Постоянный магнит 0,3 Тл, для исследования всего {тела (не требующий электропитания и системы {водяного охлаждения)
Airis Mate	{Напряженность поля 0,2 Тл, для исследования всего {тела (не требующий электропитания и системы {водяного охлаждения)
Airis II	{Постоянный магнит 0,3 Тл, для исследования всего {тела (не требующий электропитания и системы {водяного охлаждения)
Производство компании "Dixon" (Россия)	
Dixon Evidence MRI 9400	{Открытая конструкция с индукцией магнитного поля {0,3 Тл
Dixon Evidence MRI 9600	{Открытая конструкция с индукцией магнитного поля {0,35 Тл
Производство фирмы "Esaote" (Италия)	

Artoscan-C	Ультеракомпактный постоянный магнит для исследования конечностей, индукция магнитного поля 0,2 Тл. Мин. S для монтажа 3,2 x 2,8, или 9 кв. м
E-scan	Ультеракомпактный C-образный постоянный магнит 0,2 Тл открытого типа. Не требует дополнительной защиты помещения. Мин. S для монтажа 4 x 4,5 x 2,5, или 18 кв. м
G-scan	Уникальная поворотная система позволяет изменять положение в пределах 90 град. и проводить диагностику в условиях естественной нагрузки. C-образный постоянный магнит 0,25 Тл открытого типа
Производство фирмы	"Shensen Anke High-Tech Co., Ltd" (Китай)
OpenMark 0,3 Т	Напряженность поля 0,3 Тл, постоянный магнит открытого типа, сканирование всего тела
Производство фирмы	"Elscint" (Украина)
Gyrex Privilege	Компактный сверхпроводящий магнит с напряженностью поля 0,5 Тл. Для установки требует S 35 кв. м
Производство	"Дженерал Электрик" (США), "Gems IT (GE Medical Systems)" (Россия)
OPER 0.3	Открытая система с индукцией магнитного поля 0,3 Тл
GE 1.5 N Signa MR/i	Напряженность поля 1,5 Тл
GE Signa Profile 0.2 Т	Напряженность поля 0,2 Тл
GE Signa OpenSpeed	Напряженность поля 0,7 Тл
GE Signa Contour	Напряженность поля 0,2 Тл
GE Signa MR/i	Напряженность поля 1,0 Тл
Производство ЗАО НПО	"Аз"
"Эллипс ТМР-150	Напряженность поля 0,15 Тл
"Образ-2м"	Напряженность поля 0,14 Тл
Производство компании	"МИП" (Россия)
Magfinder II	Вертикальная ориентация ПМП напряженностью 0,35 Тл
Magnum 1,5	Сверхпроводящий магнит с индукцией 1,5 Тл
Производство ВНИИ компьютерной томографии	(Россия)
Universal - Max	На постоянном магните 0,15 Тл, низкое энергопотребление, отсутствие охлаждения
Универсал-Макс-Опен	На постоянном магните открытой конструкции
Производство ЗАО "ИМТ-сервис"	(Россия)
ИММТОМ	Резистивный магнит 0,25 Тл, стандартная конфигурация

Основными неблагоприятными факторами, способными оказывать вредное воздействие на организм работающих с МРТ, являются:

постоянное магнитное поле;

электромагнитное излучение, создаваемое ПЭВМ;

шум, создаваемый томографом, ПЭВМ, печатающим устройством и системами охлаждения и вентиляции;

световая среда (освещенность, коэффициент пульсации);

микроклимат (температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха).

Биологическое действие МРТ

Наиболее чувствительными к воздействию ПМП являются системы, выполняющие регуляторные функции (нервная, сердечно-сосудистая, нейроэндокринная и др.). Отечественными учеными описаны изменения в состоянии здоровья лиц, работающих в условиях воздействия ПМП 20-100 мТл. Эти изменения проявляются в форме вегетососудистых дистоний, астеновегетативного и периферического вазовегетативного синдромов или их сочетания и характеризуются вегетативными, трофическими, сенситивными расстройствами в дистальном отделе рук, изредка сопровождающимися легкими двигательными и рефлекторными нарушениями. Для работающих в условиях повышенных уровней ПМП характерны субъективные жалобы астенического характера, функциональные сдвиги со стороны сердечно-сосудистой системы (брадикардия, иногда тахикардия, изменение на ЭКГ зубца Т), тенденция к гипотонии. В картине крови отмечается тенденция к снижению количества эритроцитов и содержания гемоглобина, а также умеренный лейко- и лимфоцитоз.

Регулярное воздействие уровней шума выше 80 дБА на организм человека прежде всего проявляется специфическими изменениями в органе слуха (медленное прогрессирующее понижение слуха по типу кохлеарного невриита). Уровни шума ниже 80 дБА не вызывают потерь слуха, но оказывают раздражающее и утомляющее действие, которое суммируется с эффектами напряженности труда и при возрастании стажа работы в профессии может привести к развитию экстраауральных эффектов, проявляющихся в общесоматических нарушениях и заболеваниях.

Шум, являясь общебиологическим раздражителем, может влиять на все органы и системы организма, вызывая разнообразные физиологические изменения. В частности, шум считают причиной целого ряда нарушений, возникающих в центральной и сердечно-сосудистой системах, в состоянии гомеостаза и иммунобиологической реактивности организма. Воздействие шума может быть причиной циркуляторной гипоксии мозга вследствие спазма артериальных сосудов. Шум нарушает функцию сердечно-сосудистой системы. Отмечены изменения в ЭКГ в виде укорочения интервала Q-T, удлинения интервала P-Q, увеличения длительности и деформации зубцов P и S, смещения интервала T-S, изменение вольтажа зубца T. Шум может быть причиной повышения уровня артериального давления и артериальной гипертензии. Накоплены убедительные данные о воздействии шума на иммунную систему. Воздействие шума приводит к стимуляции передней доли гипофиза и увеличению секреции надпочечниками стероидных гормонов и как следствие этого - к развитию приобретенного (вторичного) иммунодефицита с инволюцией лимфоидных органов и значительными изменениями содержания и функционального состояния T- и B-лимфоцитов в крови и костном мозге. Возникающие дефекты иммунной системы касаются в основном трех биологических эффектов: снижение антиинфекционного иммунитета, создание благоприятных условий для развития аутоиммунных и аллергических процессов, снижение противоопухолевого иммунитета. Как правило, наблюдается повышенная заболеваемость респираторными заболеваниями. Иммуносупрессия коррелирует со степенью повышения уровня кортикостероидов в плазме крови. С увеличением стажа воздействия повышенных уровней шума формируется шумовая болезнь, то есть полиморфный симптомокомплекс, включающий патологические изменения органа слуха в сочетании с вегетососудистой дисфункцией. Вегетососудистые нарушения появляются раньше и преобладают над нарушениями слуха.

Нормирование вредных факторов и требования к проведению контроля

Постоянное магнитное поле (ПМП):

Измерение, оценка и нормирование ПМП осуществляются в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.4.1191-03 "Электромагнитные поля в производственных условиях".

Оценка и нормирование ПМП осуществляются по уровню магнитного поля дифференцированно, в зависимости от времени его воздействия на работника за смену для условий общего (на все тело) и локального (кисти рук, предплечья) воздействия.

Уровень ПМП оценивается в единицах напряженности магнитного поля (Н) в А/м или в единицах магнитной индукции (В) в мТл.

ПДУ напряженности (индукции) ПМП на рабочих местах представлены в таблице 2.

Таблица 2

ПДУ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Время воздействия за рабочий день, минуты	Условия воздействия			
	Общее	Локальное		
	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл
0-10	24	30	40	50
11-60	16	20	24	30
61-480	8	10	12	15

При необходимости пребывания персонала в зонах с различной напряженностью (индукцией) ПМП общее время выполнения работ в этих зонах не должно превышать допустимое время для зоны с максимальной напряженностью (индукцией).

Контроль уровней ПМП должен проводиться путем измерений значений В или Н на постоянных рабочих местах и/или в рабочей зоне в точках возможного пребывания персонала (при установке приемно-передающей катушки, опускании стола, укладывании пациента, задвигании стола с пациентом в магнит и пр.). Начинать измерения нужно в наиболее удаленной точке по отношению к магниту, постепенно приближаясь к нему. При гигиенической оценке уровней ПМП на рабочем месте (рабочей зоне) определяющим является наибольшее из всех зарегистрированных значений.

Измерения проводятся на высоте 0,5; 1,0; 1,7 м (рабочая поза "стоя") и (или) 0,5; 0,8; 1,4 м (рабочая поза "сидя") от опорной поверхности.

В случае непосредственного контакта рук человека с поверхностью измерения магнитной индукции ПМП производятся путем непосредственного контакта датчика средства измерения с поверхностью магнита.

Электромагнитное излучение ПЭВМ

Измерения, оценка и нормирование ЭМП осуществляются в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы".

Предельно допустимые уровни ЭМП от ПЭВМ представлены в таблице 3.

Таблица 3

ВРЕМЕННЫЕ ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ЭМП, СОЗДАВАЕМЫЕ ПЭВМ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Наименование параметров	ВДУ
Напряженность электрического поля, В/м	в диапазоне 5 Гц - 2 кГц 25
Плотность магнитного потока, нТл	в диапазоне 2-400 кГц 2,5
Напряженность электростатического поля, кВ/м	в диапазоне 5 Гц - 2 кГц 250
	в диапазоне 2-400 кГц 25
	15

Измерение уровней переменных электрических, магнитных и электростатических полей на рабочем месте, оборудованном ПЭВМ, производится на расстоянии 50 см от экрана на трех уровнях на высоте 0,5; 1,0 и 1,5 м.

Гигиеническая оценка результатов измерений должна осуществляться с учетом погрешности используемого средства метрологического контроля.

Если на рабочем месте, оборудованном ПЭВМ, интенсивность электрического и/или магнитного поля в диапазоне 5 Гц - 2 кГц превышает значения, приведенные в таблице 3, следует проводить измерения фоновых уровней ЭМП промышленной частоты (при выключенном оборудовании). Фоновый уровень электрического поля 50 Гц не должен превышать 500 В/м. Фоновые уровни индукции магнитного поля не должны превышать значений, вызывающих нарушения требований к визуальным параметрам ВДТ (по опыту около 1,000 нТл).

Шум

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звука в дБ по шкале А и уровни звукового давления по спектру в октавных полосах частот.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются эквивалентные уровни звука в дБА.

В помещении диагностической допустимые уровни звука и звукового давления следует принимать согласно СН 3057-84 "Санитарные нормы допустимого шума, создаваемого изделиями медицинской техники в помещениях лечебно-профилактических учреждений". Для изделий медицинской техники, работающих в непрерывном режиме, в зависимости от контингента, подвергающегося воздействию шума, допустимые уровни представлены в таблице 4.

Таблица 4

ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ЗВУКА МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ В ПОМЕЩЕНИЯХ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Контингент	Уровни звука, дБА, эквив. уровни звука	Уровни звукового давления (УЗД), дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц
		63 125 250 500 1000 2000 4000 8000
Пациенты	50	71 61 54 49 45 42 40 38
Медицинский персонал	55	75 66 59 54 50 47 45 43

В помещении пульты предельно допустимые уровни звука и звукового давления на рабочих местах персонала принимаются согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" в зависимости от вида выполняемых работ и представлены в таблице 5.

Таблица 5

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ЗВУКА И ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ РАБОЧИХ МЕСТ И ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звука, эквив. уровни звука, дБА	Уровни звукового давления (УЗД), дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц
		31 5 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000
Врачебная деятельность	50	86 71 61 54 49 45 42 40 38

В палатах больных, кабинетах врачей, примыкающих к помещениям с шумящим оборудованием МРТ, допустимые уровни звука и звукового давления проникающего шума принимаются в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" и представлены в таблице 6.

Таблица 6

ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ЗВУКА И ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ ПРОНИКАЮЩЕГО ШУМА

Назначение помещений	Уровни звука, эквив. уровни звука, дБА	Макс.	Уровни звукового давления (УЗД), дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									
			Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Палаты больных:												
С 7 до 23 ч	35	50	76	59	48	40	34	30	27	25	23	
С 23 до 7 ч	25	40	69	51	39	31	24	20	17	14	13	
Кабинеты врачей	35	50	76	59	48	40	34	30	27	25	23	

Инструментальные исследования уровней шума проводятся в соответствии с требованиями методических документов. В помещении диагностической измерения уровней шума следует проводить на расстоянии 1 м от МРТ, в пультовой, кабинетах врачей - на рабочих местах медицинского персонала.

Оценка уровней шума, воздействующего на медицинский персонал в помещениях диагностической и пультовой, проводится с учетом времени воздействия шума в соответствии с [Руководством Р 2.2.2006-05](#). От измеренного уровня вычитается поправка на время воздействия. Расчет производится для уровней звука или уровней звукового давления в каждой октавной полосе. Поправки на время воздействия приведены в таблице 7.

Таблица 7

	Время, час											
	8	7	6	5	4	3	2	1	0,5	15 мин.	5 мин.	
Поправка, дБ	0	0,5	1,2	2	3	4,2	6	9	12	15	20	

Искусственная освещенность и коэффициент пульсации

Нормативные уровни искусственной освещенности установлены СанПиН 2.1.3.1375-03 "Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации больниц, родильных домов и других лечебных стационаров" и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" и представлены в таблице 8.

Таблица 8

НОРМАТИВЫ ИСКУССТВЕННОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ МРТ

Помещение	Рабочая плоскость и высота над полом (Г - горизонтальная, В - вертикальная)	Разряд и подразряд зрительной работы по СНиП 23-05-95	Искусственное освещение	
			Освещенность при общем	Коэфф. пульсации, %, не

			освещении, более лк	
Диагностическая <*>	Г - 0,8	Б-1	300	15
Пультовая (с ПЭВМ)				
Ординаторская (с ПЭВМ)				
Процедурная	Г - 0,8	А-1	500	10
Помещение хранения лекарственных и перевязочных средств	Г - 0,8	VIIIб	100	-
Помещение хранения дезинфекционных средств	Г - 0,8	VIIIб	75	-
Санитарно-бытовые помещения:				
- уборные, умывальные	Г - 0,0	Ж-1	75	-
- гардеробные спецодежды	Г - 0,0	Ж-2	50	-
- уличной одежды	Г - 0,0	Ж-1	75	-
Коридоры	Г - 0,0	Е	150	-

<*> При проведении внутривенных манипуляций см. нормы процедурных.

Измерения и оценка искусственной освещенности и коэффициента пульсации проводятся в соответствии с требованиями МУ 2.2.4.706-98/МУ ОТ РМ 01-98 "Оценка освещения рабочих мест" и ГОСТ 24940-96 "Здания и сооружения. Методы измерения освещенности".

Микроклимат

В помещениях кабинетов (отделений) МРТ нормируются: температура, скорость движения и относительная влажность воздуха, кратность воздухообмена в час по притоку и вытяжке при организации искусственного воздухообмена, категория по чистоте помещения, кратность вытяжки при естественном воздухообмене. Вышеуказанные параметры установлены СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений", СанПиН 2.1.3.1375-03 "Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации больниц, родильных домов и других лечебных стационаров".

СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата на рабочих местах с учетом времени года (холодный, теплый периоды), интенсивности энергозатрат работающих и времени выполнения работы.

СанПиН 2.1.3.1375-03 требуют обеспечения оптимальных условий микроклимата в помещениях лечебных учреждений. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах представлены в таблице 9.

Таблица 9

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139) Iб (140-174) IIa (175-232) IIб (233-290)	22-24 21-23 19-21 17-19	60-40	0,1 0,1 0,2 0,2
Теплый	Ia (до 139) Iб (140-174) IIa (175-232) IIб (233-290)	23-25 22-24 20-22 19-21	(233-290)	0,1 0,1 0,2 0,2

Расчетная температура, кратность воздухообмена и категория по чистоте приведены в таблице 10.

Таблица 10

РАСЧЕТНАЯ ТЕМПЕРАТУРА, КРАТНОСТЬ ВОЗДУХООБМЕНА И КАТЕГОРИЯ ПО ЧИСТОТЕ

Наименование помещения	Расчетная температура воздуха, °С	Кратность воздухообмена в час	Категория по чистоте	Кратность вытяжки при естественном воздухообмене
		приток вытяжка		
Диагностическая, процедурная	22	2 2	Ч	2
Пультовая	20	Из коридора	Ч	1
Ординаторская	20	1	Ч	1
Вестибюли, бельевые, кладовые	18	- 1	Г	1
Кладовые для хранения грязного белья, предметов уборки, дезсредств	18	- 5	Г	3
Санузлы	20	- 50 куб. м на 1 унитаз	Г	3

Требования к организации контроля и методам измерения микроклимата установлены СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" и включают:

Измерения параметров микроклимата должны проводиться в холодный период года в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней температуры наиболее холодного месяца зимы не более, чем на 5 °С, в теплый период года - в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней максимальной температуры наиболее жаркого месяца не более, чем на 5 °С.

Измерения показателей микроклимата следует проводить не менее 3 раз в смену (в начале, в середине и в конце).

Измерения следует проводить на рабочих местах. Если рабочим местом являются несколько участков помещения, то измерения осуществляются на каждом из них.

Минимальное количество участков измерения в зависимости от площади помещения представлено в таблице 11.

Таблица 11

Площадь помещения, кв. м	Количество участков измерения
До 100	4
От 100 до 400	8
Свыше 400	Количество участков определяется расстоянием между ними, которое не должно превышать 10 м

При работах, выполняемых сидя, измерения следует проводить на высоте 0,1 и 1,0 м от пола. При работах, выполняемых стоя, измерения следует проводить на высоте 0,1 и 1,5 м от пола.

Измерительные приборы должны иметь диапазон измерения температуры от -30 до +50 °С и погрешность +/- 0,2 °С.

Опыт проведения контрольных измерений на рабочих местах МРТ

Наиболее высокая напряженность ПМП отмечается в зазоре электромагнитов и других устройств, возбуждающих ПМП. Напряженность ПМП снижается при удалении от центра магнитного устройства или рабочей точки искусственного магнита. Лица, работающие с магнитными устройствами, подвергаются воздействию ПМП. Различные участки тела испытывают воздействие ПМП различной интенсивности. Степень воздействия ПМП на работающих зависит от максимальной напряженности в рабочем пространстве МРТ, рабочей зоны и режима труда персонала.

Персонал МРТ подвергается вредному и неблагоприятному воздействию ПМП в период пребывания в диагностической с целью подготовки пациента к исследованию. Каждая операция при этом на определенном участке тела связана с воздействием ПМП, в частности:

- при установке приемно-передающей катушки (10-15 с) - на руки;
- при опускании стола (10 с) - на руки и верхнюю часть тела;
- при укладывании пациента (1-1,5 мин.) - на верхнюю часть тела и руки;
- при задвигании больного в магнит (5 с) - на руки;

- при выдвигании пациента из магнита (5 с) - на руки;
- при опускании стола после окончания исследования (10 с) и подъеме пациента (30-60 с) - на руки и часть тела;
- при съеме катушки (10-15 с)- на руки.

Во время проведения самого обследования медицинский персонал находится за пределами диагностической, за исключением случаев обследования тяжелых больных и малолетних детей. При их обследовании врач находится в диагностической в течение всего цикла (отличительной особенностью является более длительный период укладывания больного - до 10-15 мин. плюс собственно обследование 15-30 мин. и более).

Уровни ПМП, регистрируемые при проведении измерений на рабочих местах медицинского персонала в диагностической и пультовой, зависят: от конструкции аппаратов, их мощности, расстояния от точки проведения измерения до магнитной катушки. Уровни ПМП составляют: у пульта управления, расположенного около магнитной катушки, - от 0,8 до свыше 200 мТл, около стола пациента (на расстоянии около 1 м от магнитной катушки) - от 4 до 12 мТл, в пультовой - 0,1-0,2 мТл.

При проведении сканирования регистрировались уровни шума в диагностической - до 96 дБА, в пультовой - до 55-60 дБА.

Требования к проектам кабинетов (отделений) МРТ

Проект размещения МРТ в каждом отдельном случае требует получения санитарно-эпидемиологического заключения в территориальном органе Роспотребнадзора.

Проект размещения должен быть представлен на экспертизу в полном объеме. В составе проекта, кроме основных частей (архитектурно-строительная, технологическая, отопление и вентиляция, водопровод и канализация), должны быть представлены:

регистрационное свидетельство Минздрава России;

санитарно-эпидемиологическое заключение на МРТ;

технические характеристики МРТ и инструкция по эксплуатации (для МРТ иностранного производства - оригинал и перевод на русский язык, заверенный в установленном порядке) с указанием и характеристиками всех комплектующих элементов, в т.ч. СИЗ органа слуха пациента и медицинского персонала (при необходимости);

материалы по конструктивным и технологическим решениям (подтвержденные соответствующими расчетами), обеспечивающим безопасность медицинского персонала на рабочих местах в диагностической, пультовой и других смежных помещениях (по уровням ПМП и шума);

документы по внутренней отделке помещения диагностической, которые подтверждают соответствие используемых материалов санитарно-эпидемиологическим требованиям и дают право на использование в ЛПУ;

расчеты, подтверждающие обеспечение системой вентиляции нормативных параметров микроклимата, стерильности и воздухообмена;

материалы, подтверждающие обеспечение нормативных уровней искусственной освещенности и коэффициента пульсации.

Приемка в эксплуатацию кабинета (отделения) МРТ

Приемка должна производиться с проведением инструментальных исследований: уровней магнитной индукции ПМП, уровней электромагнитного поля от ПЭВМ, уровней шума, искусственной освещенности, микроклимата на рабочих местах (рабочих зонах) сотрудников. В помещении диагностической проводятся инструментальные исследования ПМП, шума, освещенности, микроклимата. В помещении пультовой - ПМП, шума, освещенности, микроклимата, электромагнитного излучения от ПЭВМ. В палатах, кабинетах врачей и пр., прилегающих к помещениям с шумящим оборудованием МРТ, проводятся инструментальные исследования проникающего шума. Измерения должны проводиться ФГУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве" (или его филиалами) или иными организациями, имеющими соответствующую аккредитацию.

Требования к размещению и организации работы

Подразделение магнитно-резонансной томографии необходимо размещать на первом этаже изолированного отсека действующего лечебно-профилактического корпуса или в пристройке к нему либо в изолированном специально для этого подразделения возведенном здании. Допускается размещать МРТ в составе рентгенодиагностического отделения.

Для подразделения МРТ следует предусматривать типовой набор помещений:

диагностическая - 40-46 кв. м;

пультовая - 14-17 кв. м;

техническая - 20-24 кв. м;

фотокомната - 10 кв. м (при необходимости);

комната персонала - 12 кв. м (м. б. вынесена за пределы производственных помещений);

кабинет врача - 12 кв. м;

туалеты для персонала и посетителей - 3 x 2;

гардеробные с индивидуальными шкафчиками.

Площадь диагностической может приниматься соответственно паспортным данным томографа, но не менее 12 кв. м.

При проведении ангиографии требуется наличие процедурной площадью 10 кв. м, в которой необходимо соблюдение санитарно-эпидемиологического режима асептических помещений.

Для размещения томографа должно выбираться помещение, несущие конструкции которого способны с установленным запасом прочности выдерживать нагрузку, создаваемую входящим в состав изделия оборудованием, с учетом нагрузки от обслуживающего персонала, пациентов и т.п.

Электропитание томографа рекомендуется осуществлять по отдельному фидеру (вводу), не связанному электрически с сетью учреждения и бытовыми сетями. Для ослабления внешних электромагнитных полей диагностическое помещение следует экранировать с помощью клетки Фарадея. Этот экран должен обеспечивать подавление электромагнитных помех на уровне не менее 80-100 дБ в диапазоне частот 6,0-6,4 МГц. Экран выполняется медной фольгой. Двери и окна диагностического помещения также должны быть экранированы. Ввод линий электропитания оборудования, включая освещение, а также сигнальных линий внутрь диагностического помещения должен осуществляться через панель фильтров. Все каналы или коробка для воздушного кондиционирования и для электрических панелей в диагностическом помещении должны быть выполнены из немагнитных материалов. Для нормального функционирования МРТ следует избегать наличия в непосредственной близости от магнитной системы больших металлических масс и линий электропередачи большой мощности.

Техническое помещение (которое является основным источником шума) не следует размещать в смежных помещениях с пультовой, кабинетом врача и палатами для больных. При размещении оборудования воздушного или водяного охлаждения должно быть предусмотрено проведение шумо- и виброзащитных мероприятий, обеспечивающих уровни шума и вибрации в пределах ПДУ во всех рядом расположенных помещениях.

Пульттовую необходимо размещать в отдельном помещении с естественным освещением. Не допускается использование пульттовой для приема пациентов.

Для защиты от прямых солнечных лучей необходимо предусматривать солнцезащитные устройства (пленка с металлизированным покрытием, регулируемые жалюзи с вертикальными ламелями и т.п.).

Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя при рядом расположении видеодисплейных терминалов (ВДТ). При периметральном расположении компьютеров линии светильников должны располагаться локализованно над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к врачу.

Для освещения помещений с ВДТ следует применять светильники, укомплектованные электронными пускорегулирующими устройствами (ЭПРА).

Применение светильников без рассеивателей и экранирующих решеток не допускается.

Коэффициент запаса для осветительных установок общего освещения должен приниматься 1,4.

Чистку стекол оконных рам следует проводить не реже 1 раза в месяц с внутренней стороны и не реже 1 раза в 3 месяца с внешней стороны.

Расчет систем кондиционирования проводится по теплоизбыткам от машин, людей, солнечной радиации, источников искусственного освещения. Режим работы кондиционеров должен обеспечить нормативные параметры микроклимата в помещениях отделения МРТ.

В основных функциональных производственных помещениях и на рабочих местах обслуживающего персонала должны обеспечиваться нормативные параметры воздушной среды (температура, влажность, скорость движения воздуха, а также нормативный воздухообмен).

Санитарно-бытовые помещения в составе гардеробных с индивидуальными двухстворчатыми шкафчиками (по числу работающих), душевой могут располагаться в составе санитарно-бытовых помещений ЛПУ, но расстояние до них не должно превышать 100 м от отделения МРТ.

Обслуживающий медперсонал должен быть обеспечен: специальной одеждой (халатами и т.п.); сменной обувью; при проведении ангиографии или других парентеральных вмешательств - индивидуальными средствами защиты (маски, перчатки); при повышенных уровнях шума в диагностической - средствами индивидуальной защиты органа слуха (наушники, беруши), подобранными в соответствии со спектральной характеристикой шума и необходимой эффективностью защиты. Смена спецодежды должна проводиться не реже двух раз в неделю, при проведении ангиографии - ежедневно. Стирка спецодежды должна быть централизованной.

Противоэпидемический режим в диагностической МРТ

В целях обеспечения требуемого санитарно-эпидемиологического режима при укладывании пациента на диагностический стол должны использоваться одноразовые материалы (простыни, пеленки).

Гигиенические требования по обеспечению защиты от ПМП

Обеспечение защиты работающих от неблагоприятного влияния ПМП осуществляется путем проведения организационных, инженерно-технических и лечебно-профилактических мероприятий.

Организационные мероприятия при проектировании и эксплуатации МРТ включают:

- выделение зон воздействия ПМП (зоны с уровнями ПМП, превышающими ПДУ, где по условиям эксплуатации не требуется даже кратковременное пребывание персонала, должны ограждаться и обозначаться соответствующими предупредительными знаками); в целях уменьшения вредного воздействия ПМП на персонал последний при укладке пациента не должен находиться на расстоянии ближе 0,5-2,0 м (в зависимости от мощности томографа) от передней панели томографа и помещать руки в отверстие магнита.

При проведении исследований персоналу не следует постоянно находиться в диагностическом помещении (только при укладке пациента и по окончании обследования - исключение составляют случаи обследования тяжелых пациентов, нуждающихся в постоянном присутствии медицинского персонала). Наблюдение за состоянием обследуемого следует вести через окно из пульттовой;

- организация расположения рабочих мест и маршрутов передвижения обслуживающего персонала на расстояниях от МРТ, обеспечивающих соблюдение ПДУ;

- расстановка оборудования и его эксплуатация должны проводиться в соответствии с правилами техники безопасности и охраны труда.

2. Инженерно-технические мероприятия предполагают применение средств коллективной и индивидуальной защиты, а также внедрение новых технологий или конструктивных изменений (в т.ч. дистанционное управление передвижением стола пациента и сканированием).

3. Лечебно-профилактические мероприятия предполагают выполнение следующих условий:

- в целях предупреждения и раннего обнаружения изменений состояния здоровья все лица, профессионально связанные с обслуживанием и эксплуатацией томографа, должны проходить предварительные при поступлении на работу и периодические профилактические медосмотры, предусмотренные приказом Минздрава России;

- лица, не достигшие 18-летнего возраста, и женщины в состоянии беременности и кормления ребенка грудью не допускаются к работе в условиях воздействия ПМП от томографа и ЭМП от ПЭВМ.

ССЫЛКИ НА НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

N п/п	Наименование документа	Регистрационный номер
1.	Пособие по проектированию учреждений здравоохранения (к СНиП 2.08.02-89 "Общественные здания и сооружения")	
2.	"Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации больниц, родильных домов и других лечебных стационаров"	СанПиН 2.1.3.1375-03
3.	"Электромагнитные поля в производственных условиях"	СанПиН 2.2.4.1191-03
4.	"Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы"	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

5.	Изменение N 1 к СанПиН "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы"	СанПиН 2.2.2/2.4.2198-07 (изменение N 1)
6.	"Естественное и искусственное освещение". М., 1995	СНиП 23-05-95
7.	"Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий"	СНиП 23-05-95
8.	"Оценка освещения рабочих мест"	МУ 2.2.4.706-98/ МУ ОТ РМ 01-98
9.	"Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений"	СанПиН 2.2.4.548-96 от 01.10.96
10.	"Гигиенические нормативы "Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест"	ГН 2.1.6.1339-03
11.	"Гигиенические нормативы "Химические факторы производственной среды. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны"	ГН 2.2.5.1313-03
12.	"Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки"	СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96
13.	"Методические указания по проведению измерений и гигиенической оценки шумов на рабочих местах"	МУ N 1844-78
14.	"Санитарные нормы допустимого шума, создаваемого изделиями медицинской техники в помещениях лечебно-профилактических учреждений"	СН N 3057-84
15.	"Санитарно-эпидемиологические требования к организации и осуществлению дезинфекционной деятельности"	СП 3.5.1378-03
16.	Методические рекомендации по организации и проведению профилактических медицинских осмотров (обследований) работающих в контакте с вредными и (или) опасными производственными факторами в г. Москве	Приказы Минздравмедпрома России от 14.03.1996 N 90 и Минздравсоцразвития России от 16.08.2004 N 83
17.	Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда	Р 2.2.2006-05

Руководитель
Н.Н. Филатов