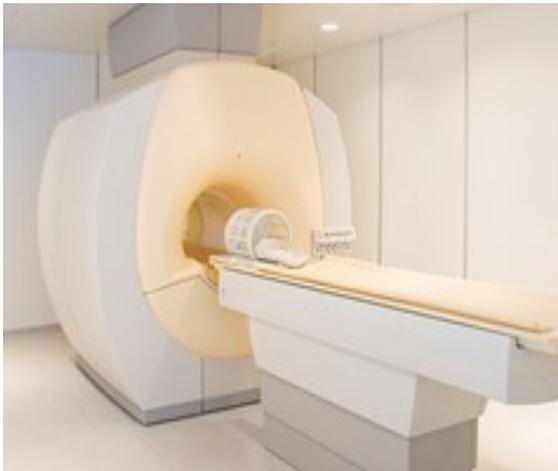


АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ШУМА В ОТДЕЛЕНИЯХ МАГНИТНО- РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

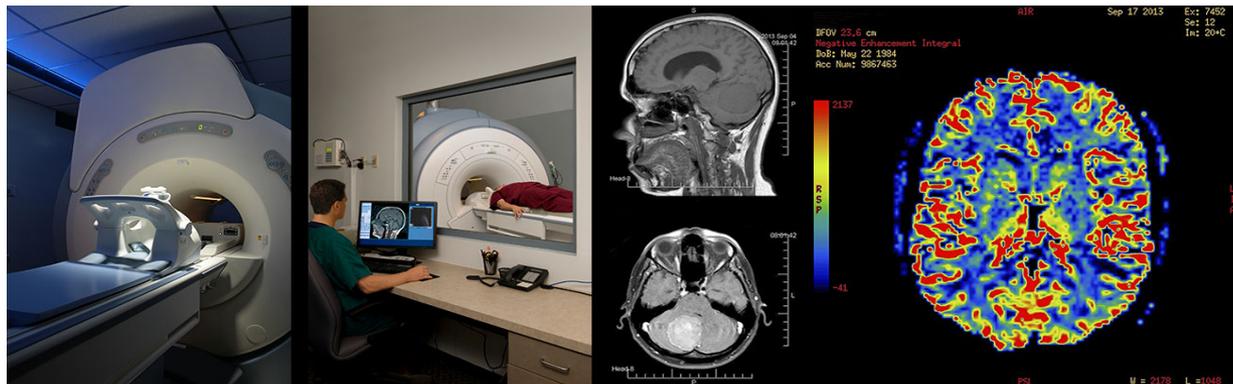
**ПОХОДЗЕЙ Л.В., РУДНЕВА Е.А.,
ПАЛЬЦЕВ Ю.П., КУРЬЕРОВ Н.Н.**

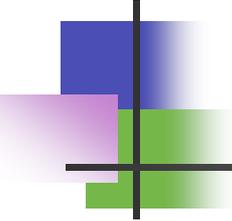
*24-27.09.2019
XV Российский Национальный Конгресс
с международным участием
«Профессия и здоровье»*

- **Интенсивное развитие технологий и компьютерной техники привели к внедрению в медицинскую практику принципиально новых неинвазивных методов исследования, таких как магнитно-резонансная томография (МРТ-графия).**



- **МРТ обеспечивает хороший контраст между различными мягкими тканями тела, что делает ее значительно более информативной при исследованиях **мозга, мышц, сердца** по сравнению с другими медицинскими методами визуализации, такими как рентгеновская компьютерная томография или рентгенография**

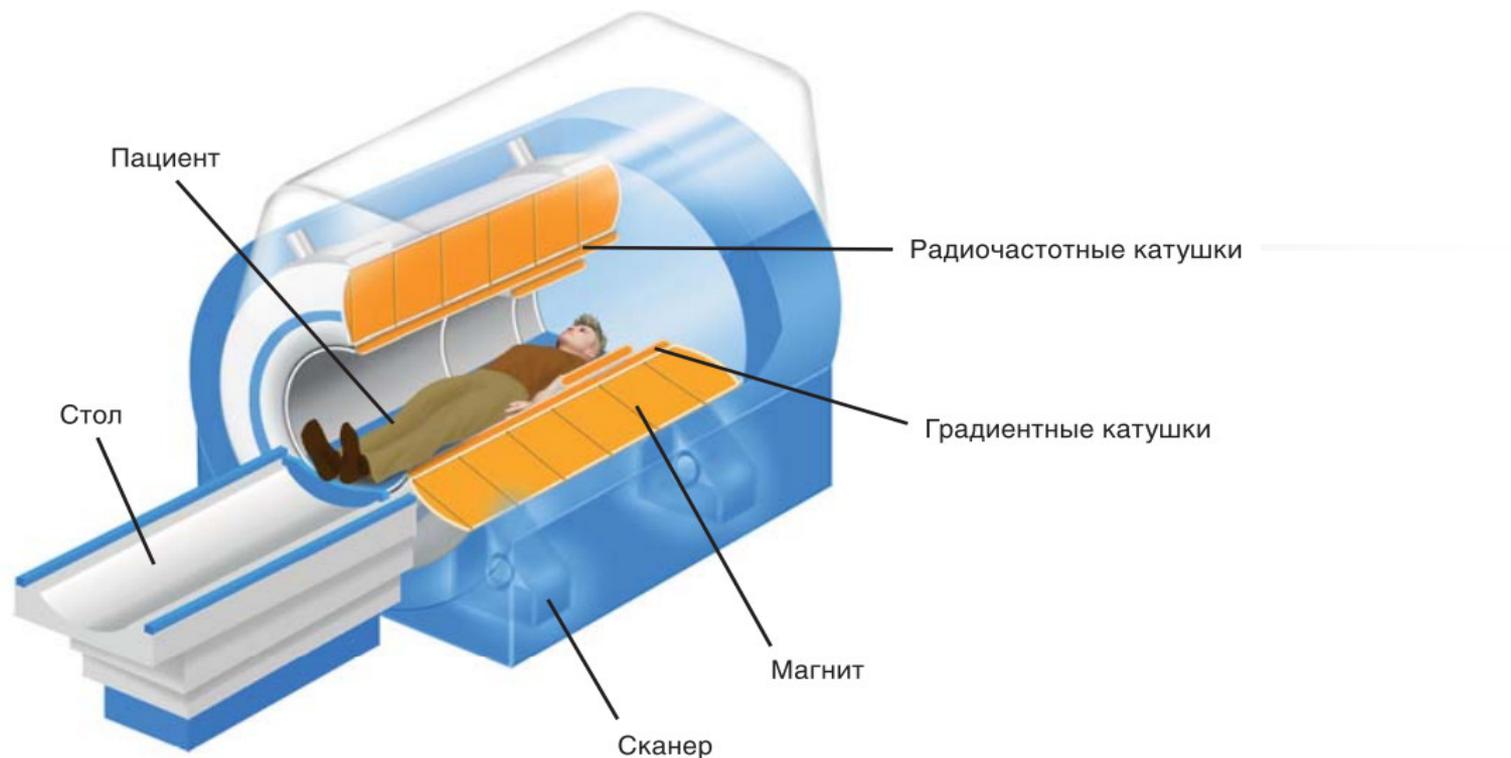




В основе МРТ-графики лежит явление **ядерно-магнитного резонанса**

- **Магнитный момент (спин)** протона в ядре атома водорода меняет свою пространственную ориентацию **в мощном магнитном поле**, а также при воздействии **дополнительных полей**, называемых **градиентными**, и **внешних радиочастотных импульсов**, подаваемых на *специфической* для протона при данном постоянном магнитном поле **резонансной частоте**:
 - ПМП 1 Тл – **42 МГц**,
 - ПМП 1,5 Тл – **63 МГц**

Схема устройства МРТ



1 – Магнит (постоянный, электромагнит, в т.ч. сверхпроводящий) - ПМП.

2 – Градиентные катушки - переменное НЧ-магнитное поле.

3 – РЧ катушки – переменное ВЧ-магнитное поле на определенной частоте.



- **МРТ-сканеры в зависимости от величины генерируемого ПМП подразделяются на**
- **Низкопольные** **0,1 - 0,5 Тл**
- **Среднепольные** **0,5 - 1.0 Тл**
- **Высокопольные** **1,0 - 2,0 Тл**
- **Сверхвысокопольные** **$\geq 2,0$ Тл**

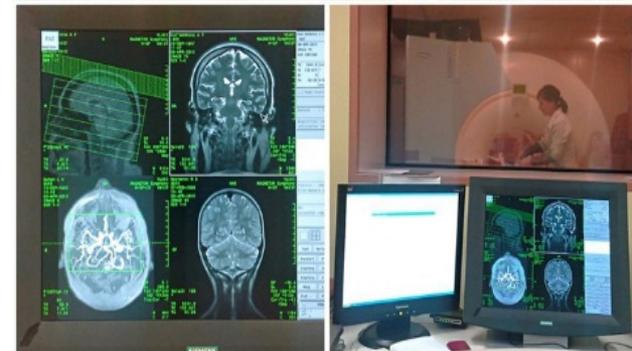


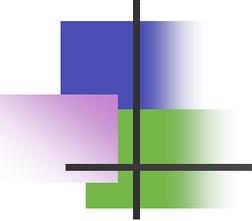
- В настоящее время во всем мире используется **более 35 тысяч МРТ** и ежегодно проводится **около 60 миллионов сканирований**.
- В Москве на данный момент функционируют **около 400 отделений (кабинетов) МРТ-графии**.
- В целом, по РФ потребность в МРТ составляет – **2000 сканеров**.

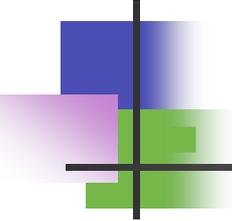


- По данным Минздрава РФ планируется дальнейшее оснащение лечебно-профилактических учреждений оборудованием МРТ.
- Все это приводит к быстрому **увеличению** числа медицинского и технического персонала, подвергающегося **НОВЫМ** *рискам* для здоровья.

Вместе с тем, в нашей стране проведены лишь **единичные исследования**, посвященные изучению условий труда персонала отделений МРТ и их влияния на здоровье (Никитина В.Н. с соав., 2005; Казей Э.К. с соав., 2012; Мокоян Б.О., 2013; Егорова А.М. и др., 2017).



- 
- В них показано, что врачи, средний медицинский и технический персонал в разной степени подвергаются воздействию комплекса факторов рабочей среды и трудового процесса, в первую очередь **постоянного магнитного поля (ПМП) и шума**, а также повышенной тяжести и напряженности труда.
 - Выявлено развитие **астенического синдрома** и **изменение показателей гемодинамики**.

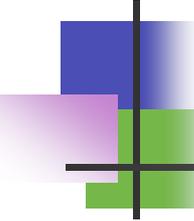
- 
- В зарубежных исследованиях подчеркивается

сложность электромагнитной обстановки в отделениях МРТ,

- необходимость ее **углубленного комплексного исследования,**
- разработки **адекватных методов контроля и оценки,**
- **изучения риска здоровью**

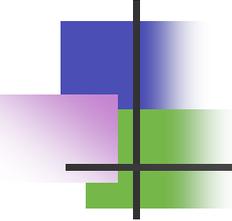
(Mcrobbie D.W., 2012; Stikova E., 2012; Shellock F.G., Crues J.V., 2014;

SCENIHR, 2015; Kim S.J., Kim K.A., 2017; Hartwig V., Romeo S., Zeni O., 2018).



В исследованиях состояния здоровья работников и пациентов, подвергающихся воздействию факторов, связанных непосредственно с технологией МРТ, отмечается влияние

- перемещения сотрудников в неоднородном магнитном поле рассеяния (dB/dx), а также**
- изменения магнитного поля во времени (dB/dt)**
на появление физиологических эффектов, вызываемых возникновением **электрических токов** в тканях тела человека (Crozier S., 2005).



- **Основные наиболее специфические субъективные симптомы, вызываемые воздействием ЭМП у операторов МРТ-сканеров:**

- **головокружение,**

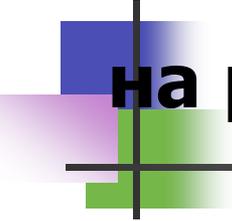
- **тошнота,**

- **шум в голове,**

- **магнитофосфены и**

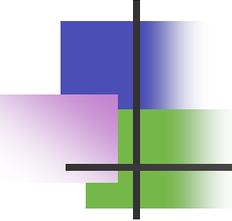
- **металлический вкус во рту**

(Zanotti G., Modenese A., Bravo G., Arcangeli G. et c., 2018).



Гигиеническая оценка ЭМП и шума на рабочих местах в отделениях МРТ в РФ

- **СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».**
- **СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям , осуществляющим медицинскую деятельность»**

- 
-
- **ГОСТ Р МЭК 60601-2-33-2013 «Изделия медицинские электрические. Часть 2-33. Частные требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик к медицинскому диагностическому оборудованию, работающему на основе магнитного резонанса»**

▪

Сравнительная характеристика ПДУ ПМП

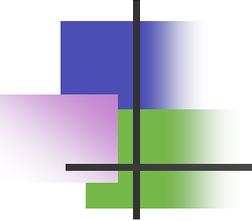
СанПиН 2.2.4.3359-16, СанПиН 2.1.3.2630-10, ГОСТ Р МЭК 60601-2-33-2013

ПДУ постоянного магнитного поля для персонала						
	Общее воздействие		Локальное воздействие		Изделия медицинской техники (стимуляторы, слуховые аппараты)	
	Мах	8ч.	Мах	8ч.	общее	локальное
СанПиН 2.2.4.3359-16	30мТл	10мТл	50мТл	15мТл		
СанПиН 2.1.3.2630-10		10мТл			1мТл	1.5мТл
ГОСТ Р МЭК 60601-2-33-2013	4Тл				0.5мТл	

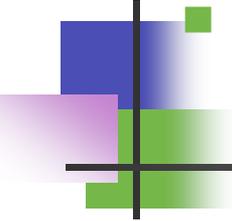
Сравнительная характеристика ПДУ шума

СанПиН 2.2.4.3359-16, СанПиН 2.1.3.2630-10, ГОСТ Р МЭК 60601-2-33-2013

	ПДУ шума для персонала, дБА		
	Эквивалентный уровень звука, А	Максимальный уровень звука, А	Пиковый уровень звука, С
СанПиН 2.2.4.3359-16	80	110	137
При напряженности труда 2 степени	60		
При напряженности труда 3 степени	50		
СанПиН 2.1.3.2630-10	60	80	
ГОСТ Р МЭК 60601-2-33-2013		140	

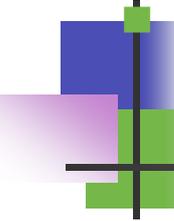
- 
- **За рубежом** также ряд действует документов, регламентирующих воздействие ЭМП на рабочих местах, в том числе **в отделениях МРТ.**

- Международная комиссия по защите от неионизирующих излучений (**ICNIRP**) в Руководстве 2009 года «**Руководящие принципы по предотвращению воздействия постоянных магнитных полей**» установила **ПДУ ПМП** для
 - **общего воздействия** – **2 Тл,**
 - **локального воздействия** – **8 Тл,**
 - **для населения** – **400 мТл.**

- 
- В стандарте **ICNIRP «Medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients» (2004)** также определены **ПДУ воздействия ПМП** на пациентов и сотрудников для
 - нормальных рабочих условий – **4 Тл,**
 - контролируемых рабочих условий – **8 Тл**
 - а также
 - **Предел градиента магнитного поля**

При перемещении в
магнитном поле

Не более 1Тл/ сек

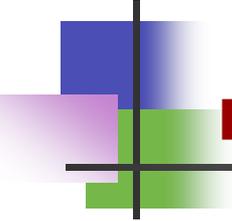


Директива № 2013/35/ЕС Европейского парламента и Совета Европейского Союза

устанавливает величины предельно допустимых воздействий (ELVs)

плотности магнитного потока во внешнем магнитном поле от 0 до 1 Гц:

- **для нормальных рабочих условий – 2 Тл,**
- **для локального воздействия – 8 Тл,**
- **а также для ряда показателей, не имеющих аналогов в гигиеническом нормировании РФ**

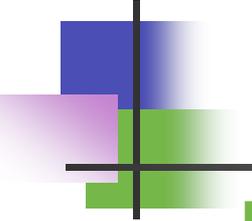


**Предельные значения (ELVs)
для электрических полей,
индуцированных в организме человека
в результате воздействия
изменяющихся во времени ЭМП**

Диапазон частот	ELVs для возникновения последствий для здоровья
$1 \text{ Гц} \leq f < 3 \text{ кГц}$	1,1 В/м (пик)
$3 \text{ кГц} \leq f \leq 10 \text{ МГц}$	$3,8 \times 10^{-4} f \text{ В/м (пик)}$

Рабочие величины (контролируемые уровни) ЭМП на рабочих местах (ICNIRP, 1998; Draft ICNIRP, 2018)

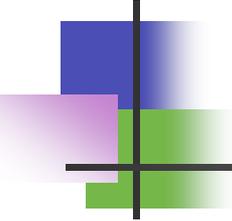
Диапазон частот	Напряженность электрического поля, E (В/м)	Плотность магнитного потока, B (мкТл)
1 – 8 Hz	20000	$2 \times 10^5 / f^2$
8 – 25 Hz	20000	$2,5 \times 10^4 / f$
0,025 – 0,82 kHz	$500 / f$	$25 / f$
0,82 – 10 kHz	610	30,7
10 – 65 kHz	610	30,7
65 – 100 kHz	610	$2000 / f$
0,1 – 1 MHz	610	$2 / f$
1 – 10 MHz	$610 / f$	$2 / f$
10 – 400 MHz	61	0,2

- 
-
- **Проведенный анализ нормативно-методической документации показал, что установленные в РФ гигиенические нормативы ПМП на два порядка более жесткие, чем за рубежом, поскольку в их основу положены результаты изучения хронического действия фактора.**

- **Томографы производятся же в соответствии с Директивами стран-производителей,**
в первую очередь в Германии, Нидерландов,
США и др.

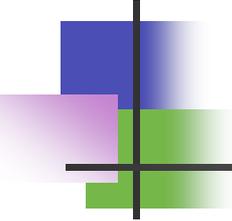
Российские производители также могут руководствоваться **ГОСТ Р МЭК 60601-2-33-2013,** **который не учитывает действующих гигиенических нормативов РФ,** а ориентирован на зарубежные, более мягкие нормативы.

Это создает еще одну гигиеническую проблему- **регистрируемые уровни ПМП** непосредственно вблизи устанавливаемого оборудования, даже низкопольного, в большинстве случаев, **превышают ПДУ.**



Помимо этого, в отличие от международной практики, такие факторы как

- **пространственные и временные градиенты (dV/dx , dV/dt),**
- **низкочастотные магнитные поля (1Гц-10кГц)** от градиентных катушек,
- **высокочастотные магнитные поля от РЧ-катушек(50 – 300 МГц),**
создаваемые при эксплуатации МРТ на рабочем месте персонала в настоящее время в **РФ не регламентируется и не контролируется.**

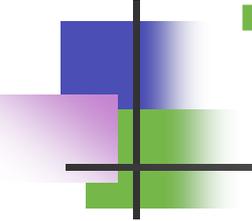
- 
-
- Таким образом, проблема **гармонизации в области гигиенического нормирования ЭМП** стоит очень остро и требует проведения углубленных исследований.

Гигиенические исследования ПМП и шума

Объем исследований

- **68 отделений МРТ в г. Москва**
- **Более 200 рабочих мест**
- **Более 3000 измерений индукции ПМП**
- **Более 300 измерений уровней шума**



- 
- **Измерения магнитной индукции ПМП и уровней шума проводились в точках возможного пребывания персонала:**
 - **в диагностической** в рабочей зоне рядом с МРТ при
 - **опускании стола,**
 - **укладывании пациента,**
 - **установке приемно-передающей РЧ-катушки,**
 - **в/в введении препаратов**
 - **задвигании стола с пациентом в магнит и др.**
 - **в пультовой** на постоянных рабочих местах за компьютером,
 - **в техническом помещении**

Измерение индукции постоянного магнитного поля

Миллитесламетр портативный
универсальный ТП2-2У



Измерение и цифровая запись
магнитной индукции НЧ –полей и
уровней звукового давления

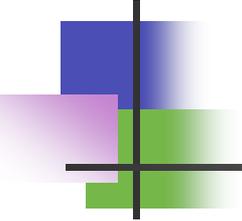


Регистратор Экофизика
с измерительной антенной
П6-70 и измерительным
микрофоном М-201

Обследованные модели МР-сканеров

3Тл	1,5 Тл	1Тл	0,3-0,35Тл	0,2-0,23 Тл
<p>DiscoveryMR750 W GEM, DiscoveryCT750, Signa HDx <i>(General Electric Healthcare, General Electric Medical Systems, США)</i></p> <p>Magnetom Verio <i>(Siemens, ФРГ)</i></p>	<p>Signa MR/I, SignaExciteHD, SignaEchospeed, OptimaMR430s <i>(GE Healthcare, General Electric Med. Syst., США)</i></p> <p>Magnetom Symphony <i>(Siemens, ФРГ)</i></p> <p>Intera Achieva, Ingenia <i>(Philips, Нидерланды)</i></p> <p>Excel Art Vantage Atlas-X <i>(Toshiba, Япония)</i></p>	<p>ПанорамаNFO <i>(Philips, Нидерланды)</i></p> <p>Gyroscaп-Intera <i>(Philips, Нидерланды)</i></p>	<p>Magnetom C <i>(Siemens, ФРГ)</i></p>	<p>SIGNA Profile <i>(GE Healthcare, General Electric Medical Systems, США)</i></p>





Обследованные модели МР-сканеров

0,5Тл	0,3-0,35Тл	0,2-0,23 Тл	0.1Тл
OPER-0.5 (Нинбо Сингаои Магнетизм Ко., Лтд., Китай)	Ренекс (ООО С.П.ГЕЛПИК, Россия) Аз-300 (НПФ АЗ, Россия)	Ренекс (ООО С.П.ГЕЛПИК, Россия)	Образ -2 (НПФ АЗ, Россия) ТМР-150 (Эллипс, Россия)

Технические характеристики МРТ -сканеров

модель	Напряженность ПМП	Градиентная система: Максимальная амплитуда/ скорость нарастания	РЧ-система	примечание
MAGNETOM Siemens Healthineers	3 Тл	40мТ/м @ 400 Тл/м/с		
DISCOVERY MR750 3.0T GE	3 Тл	50мТ/м @ 200 Тл/м/с	Резонансная частота 127,7МГц	
SIGNA HDxt 3.0T GE	3 Тл	23 мТ/м @ 77 Т/м/с	Мощность усилителя 35 кВт. Резонансная частота: 127.7 МГц;	технология снижения шума Quiet
ACHIVA 3.0T Philips Healthcare	3 Тл	80 мТл/м	Резонансная частота: 128 МГц;	
VANTAGE TITAN Toshiba	3 Тл	30/45 мТ/м @ 148 мТ/м/мс.		технология снижения шума Pianissimo



Технические характеристики МРТ -сканеров

модель	Напряженность ПМП	Градиентная система: Максимальная амплитуда/ скорость нарастания	РЧ-система	примечание	
MAGNETOM Symphony Siemens Healthineers	1.5 Тл	40 мТл/м @ 200 Тл/м/сек			
SIGNA EXCITE GE	1.5 Тл	23 мТл/м @ 33 мТл/(м·мс)			
OPTIMA 450w GEM Suite GE	1.5 Тл	44 мТл/м @ 200 мТл/(м·мс).			
INTERA Philips Healthcare	1.5 Тл	33 мТл/м @ 80 мТл/м/мс			
INGENIA TS Philips Healthcare	1.5 Тл	33мТл/м@ 120Тл/м/с		Выходная мощность 18кВт	
EXCELART Vantage Atlas Toshiba	1.5 Тл	30 мТ/м @ 130 мТ/м/мс с			технология снижения шума Pianissimo

Технические характеристики МРТ -сканеров

модель	Напряженность ПМП	Градиентная система: Максимальная амплитуда/ скорость нарастания	РЧ-система	примечание
MAGNETOM Concerto Siemens Healthineers	0.2 Тл открытый	20 мТл/м @ 40 Тл/м/с		
SIGNA PROFILE GE	0.2 Тл открытый	10 мТл/м @ 17 мТл/(м·мс) .	Рабочая частота 8.5 МГц.	
SIGNA OpenSpeed HD 0.7T GE	0,7 Тл Открытый вертикальный	15 мТл/м @ 25 мТл/(м·мс)	Рабочая частота 29,8 МГц	
OPENMARK III «ShensenAnke High-Tech Co., Ltd»	0.3 Тл	30 мТл/м @ 55 мТл/м/мс	Рабочая частота 300МГц	
A3-300	0,3 Тл открытый	12 мТл/м @ 40 мТл/(м·мс)		
«ЭЛЛИПС ТМР-150	0,15 Тл открытый	30 мТ/м @ 130 мТ/м/мс с		

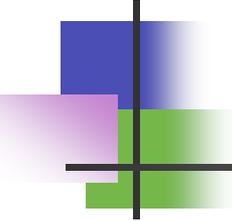


Зарегистрированные уровни ПМП в рабочей зоне в помещении диагностической при **общем** воздействии

МР-сканер	3Тл	1,5Тл	1Тл	0,5 Тл	0,3Тл	0,2Тл	0,1Тл
на расстоянии 0.2м от магнита , 0,2м от стола		(308-415) 361.5	≤ 130			(9-23) 16	
на расстоянии от магнита 0,3 м от стола	(178-540) 359	(70-239) 154,5			≤ 53	≤ 15	
на расстоянии от магнита 0.3м от стола	(170-450) 310	(155-190) 172.5	≤ 108	≤ 9	(15-20) 17.5		(6-11) 8.5
в зоне подключения катушек (внутри магнита)	(540-более 1999) 1269.5	(280-1500)					≤ 14
зона хранения катушек		≤ 212					
При проведении центровки		(580- 1000) 1580					
на передней поверхности					(70-140) 105		

Зарегистрированные уровни ПМП в рабочей зоне в помещении диагностической при **локальном** воздействии

MP-сканер	3Тл	1,5Тл	1Тл	0,5 Тл	0,3Тл	0,2Тл	0,1 Тл
-На пульте управления	(340-863) 601.5	(336-665) 500.5	(250-340) 295	≤ 80	(12-137) 74.5	≤ 45	≤ 22
На головной катушке на столе, на расстоянии 0,3м от отверстия магнита	≤490				≤47		
При подключении катушек внутри отверстия магнита	>1999	(680-1100) 890			(230-450) 340	(236-245) 240.5	
На задней поверхности магнита		(240-340)					

- 
-
- **Уровни ПМП, регистрируемые при проведении измерений на рабочих местах медицинского персонала в диагностической и пультовой, зависели от:**
 - **конструкции аппаратов,**
 - **их мощности,**
 - **расстояния от точки проведения измерения до магнитной катушки,**
 - **от вида диагностической процедуры**

Величина магнитной индукции в диагностической рядом с МРТ оставалась выше ПДУ (10 мкТл для времени воздействия за смену 1-1,5 часа).

- **В пультовых величина магнитной индукции всегда была ниже ПДУ и не превышала 0,01 - 0,3 мТл.**



ШУМ

- Измерения уровней звукового давления показали, что
- **в рабочей зоне диагностической** при подготовке пациента к сканированию они составляли **52-59 дБА,**
при сканировании достигали **80-97 дБА,**
- **в пультовой** - **42-59 дБА**

Зарегистрированные эквивалентные уровни звука, дБА

MP-сканер	3Тл	1,5Тл	1Тл	0,5Тл	0,3Тл	0,2Тл	0,1Тл
Пультовая	(42-50) 46	(41-59) 50	(44-50) 47	50	(38-49) 43.5	(45-50) 47.5	47
Диагностическая							
-при укладке	(52-59) 55.5	(49-65)	53	50	(38-48) 43	(37-45) 41	До 48
-при сканировании В режимах 3 Plane Loc, ASSET calibration, Ax BRAVO, T1 SE Navigations, Ax T2 FR FSE, DWI, 3D, Cor T1, FIESTA C, калибровка, T2, O/Ax DWI, O Sag T1 flair, Ax T1 3D SPGR, O Axi T2 flair, O Ax T2 FSE, 3d PSA, 2d inflou, t2 TSE, t1 TSE	(80-97) 88.5	(65-95) 80	До 84	До 58	(42-70) 56	(58-61) 59.5	55

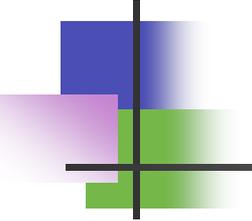
- В целом продолжительность одного обследования составляет **20-60 мин.**
- Во время его проведения медицинский персонал, как правило, находится за пределами диагностической,

за исключением случаев обследования тяжелых больных и малолетних детей,

когда он вынужден находиться в диагностической в течение всей процедуры.

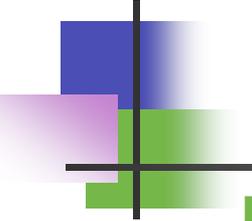
- Такие ситуации становятся все более частыми.

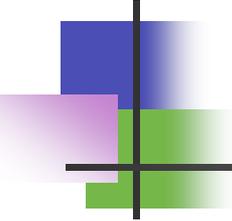


- 
- В отличие от традиционного алгоритма работы, в этих случаях на персонал могут воздействовать **не только ПМП** от постоянно работающего магнита,

но и **переменные магнитные поля** от градиентных и РЧ-катушек, включающихся только во время процедуры.

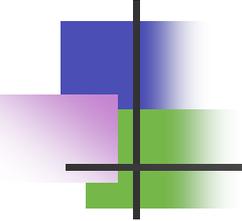
- При этом **продолжительность воздействия существенно возрастает**, поскольку включает в себя и подготовку и собственно обследование.

- 
- **Необходимость учета всего комплекса электромагнитных факторов с детальным анализом их физических характеристик для адекватной оценки их профессионального воздействия отмечается в целом ряде зарубежных публикаций (Crozier S., Wang H., Trakic A., Liu F., 2007; Mcrobbie D.W., 2012 и др.).**

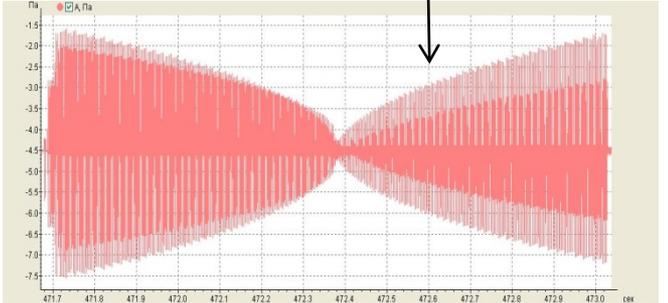
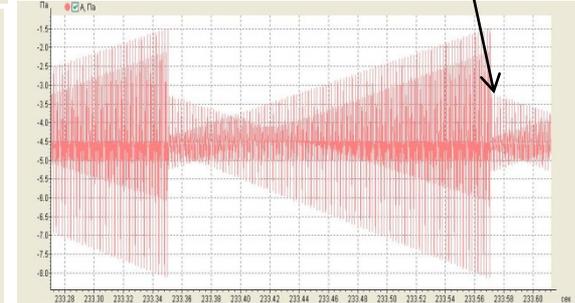
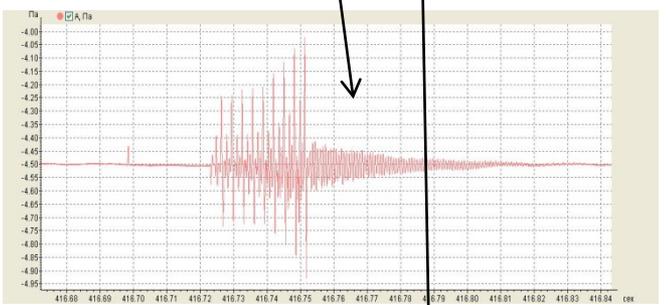
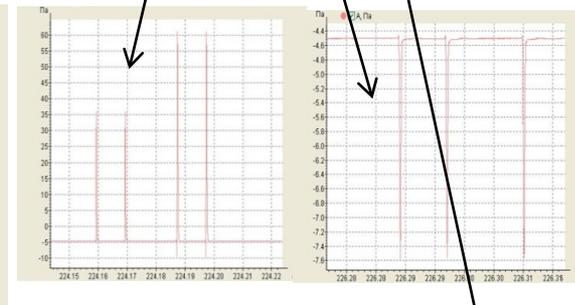
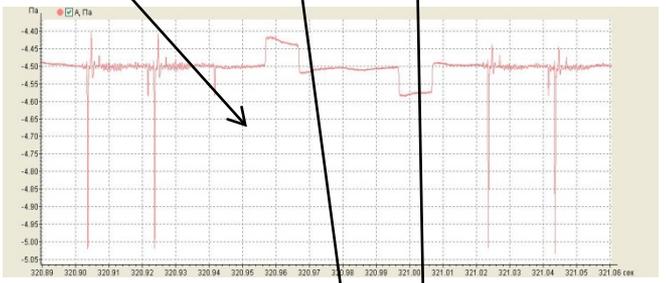
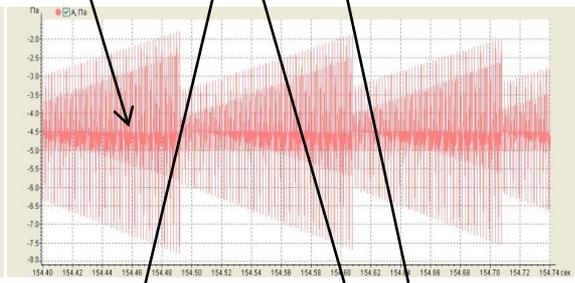
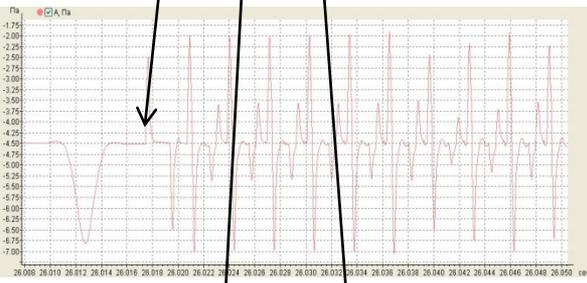
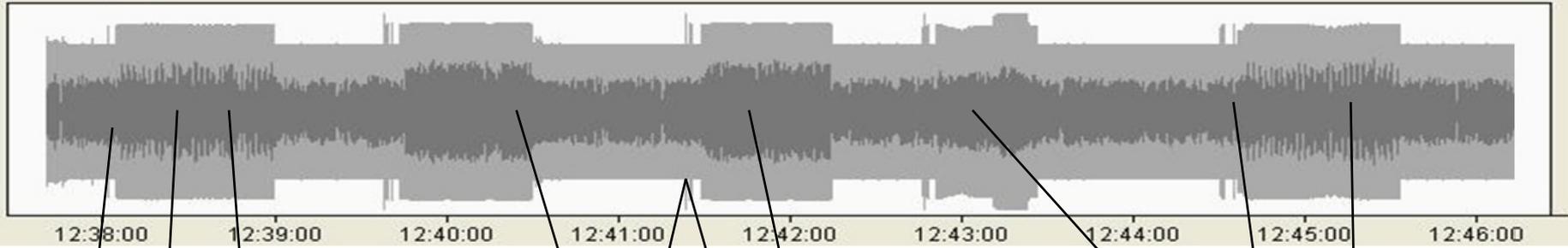
- 
-
- **Нами впервые в РФ** проведено
 - **изучение особенностей амплитудно-частотных (спектральных) характеристик переменных низкочастотных МП и шума,**
 - **временных зависимостей их изменения при различных режимах работы МРТ.**

- Измерялись
- **индукция МП и УЗД**
- у пульта управления
- МРТ Achieva 3.0 TX
- (Philips) в контрольной
- точке на расстоянии 1 м
- слева от оси магнита и
- 0,5 м от его корпуса
- на высоте 1 м.

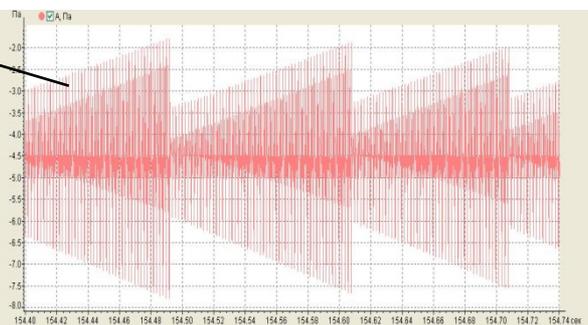
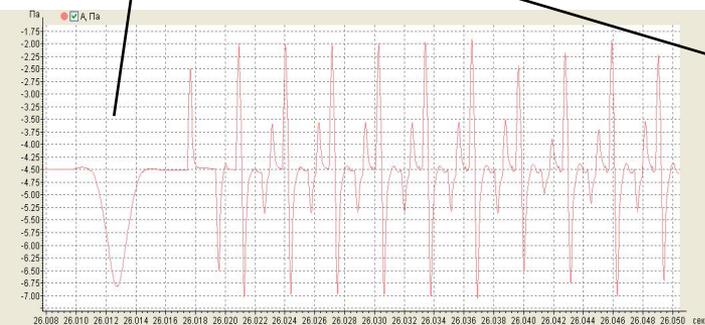
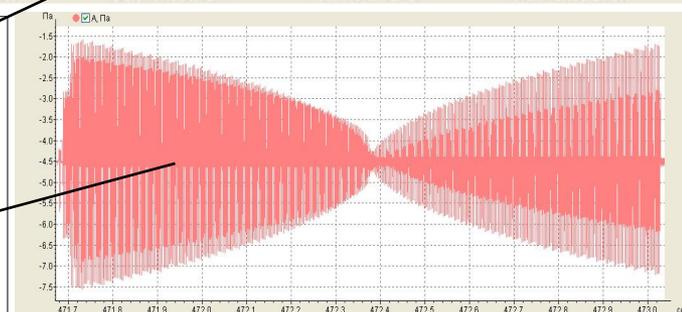
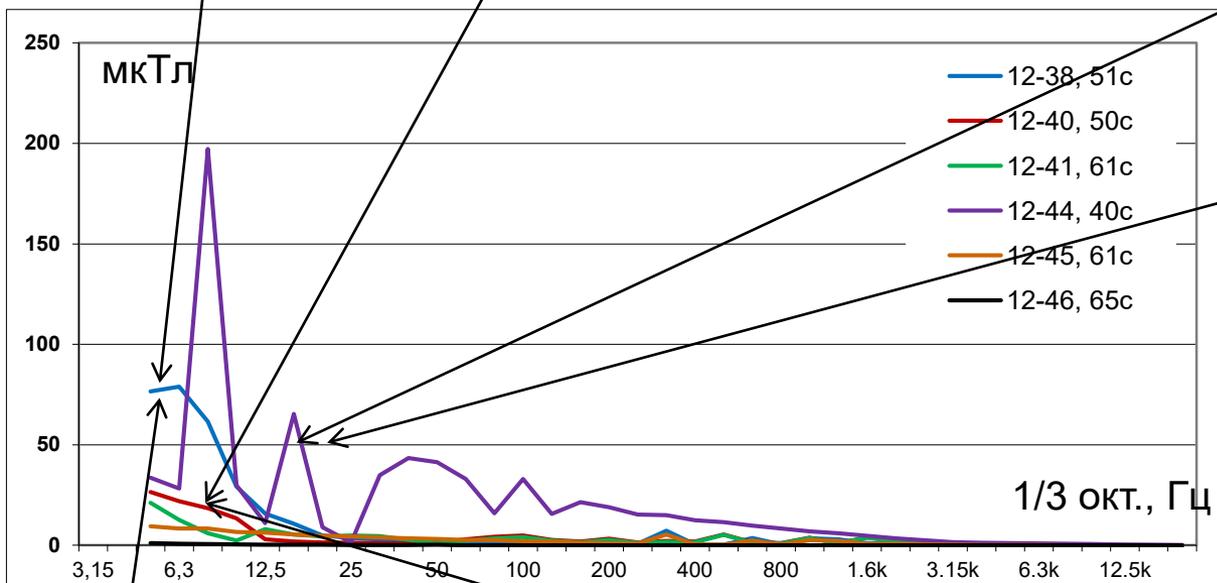
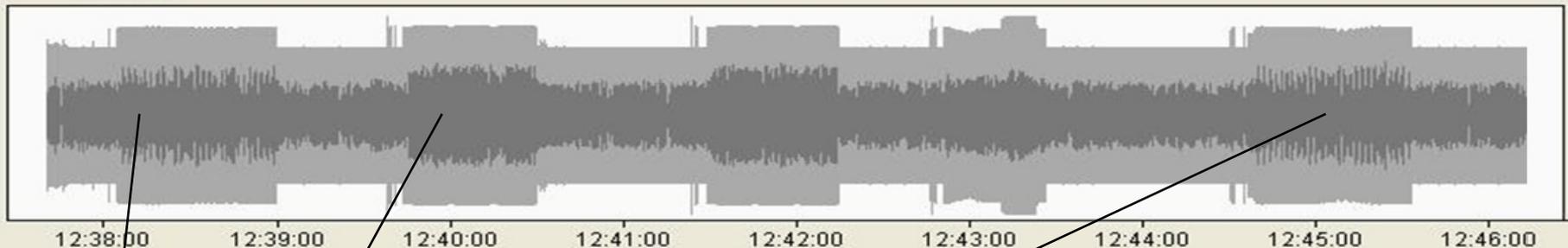


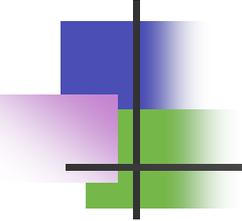
- 
-
- **Изменения индукции МП носят импульсный характер в виде как одиночных, так и пачек импульсов**
 - **различной формы,**
 - **полярности и**
 - **длительности**
 - **в диапазоне частот от 5 Гц до нескольких кГц.**

Амплитудно-временные зависимости изменения индукции МП при разных режимах сканирования



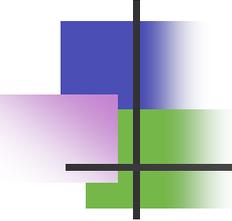
Спектральные характеристики индукции МП при разных режимах сканирования

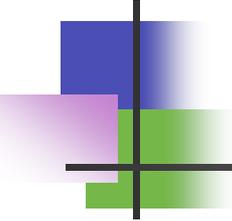




Величина индукции НЧ магнитного поля

Диапазон частот	Магнитная индукция
5 - 16 Гц	2 - 197 мкТл
20 - 100 Гц	1,2 - 43 мкТл
125 - 1300 Гц	0,1-21 мкТл
1,3 - 20 кГц	0,03-4,8 мкТл

- 
-
- **Проведенные исследования МП позволили выявить на рабочем месте персонала, находящегося рядом с МРТ при проведении обследования, наличие переменных магнитных полей в широком диапазоне низких частот (КНЧ, СНЧ, ИНЧ, ОНЧ), имеющих сложную (импульсную) форму сигналов**

- 
- Для их гигиенической оценки адекватными контролируруемыми параметрами могут являться
-

- **пиковые и среднеквадратичные (корректированные) величины магнитной индукции,**

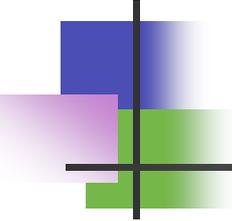
как интегральные за определенные периоды времени,

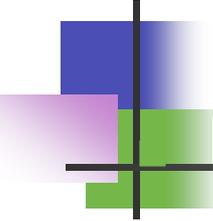
так и измеренные с различными постоянными времени.

Определение таких параметров, а также научное обоснование их ПДУ, требует проведения дальнейших исследований.

ШУМ

- **Высокая скорость изменения тока, проходящего по обмотке градиентных катушек, находящихся в постоянном магнитном поле, вызывает вибрацию конструкции томографа в слышимом диапазоне частот, которая воспринимается как громкий звук.**

- 
-
- **Временные и частотные зависимости звукового давления** близки к таковым для магнитного поля и **имеют импульсный характер**, как в виде одиночных так и пачек импульсов.
 - На форму акустических импульсов накладывается влияние акустических (реверберационных) свойств объема клетки Фарадея.

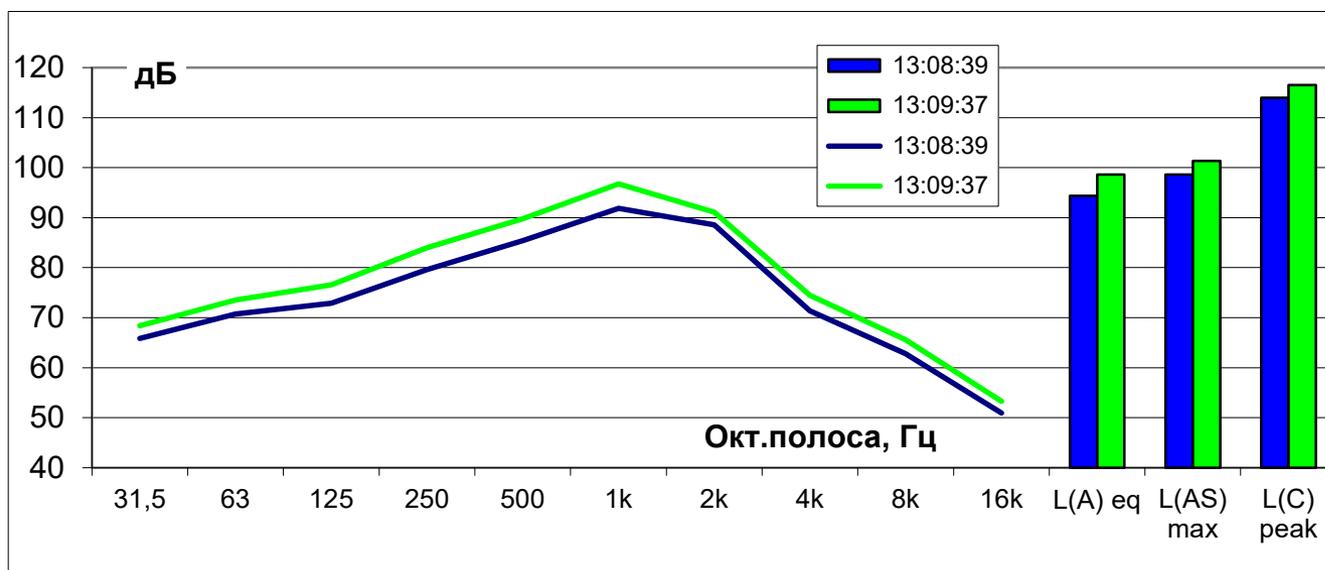
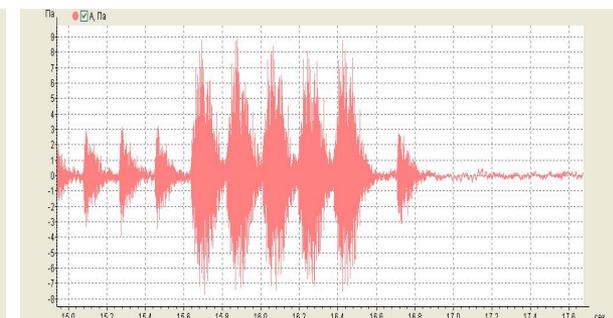
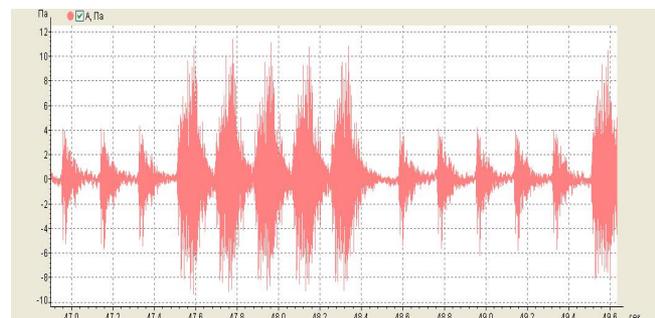
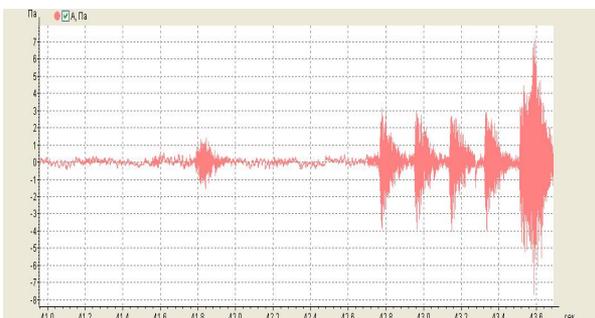
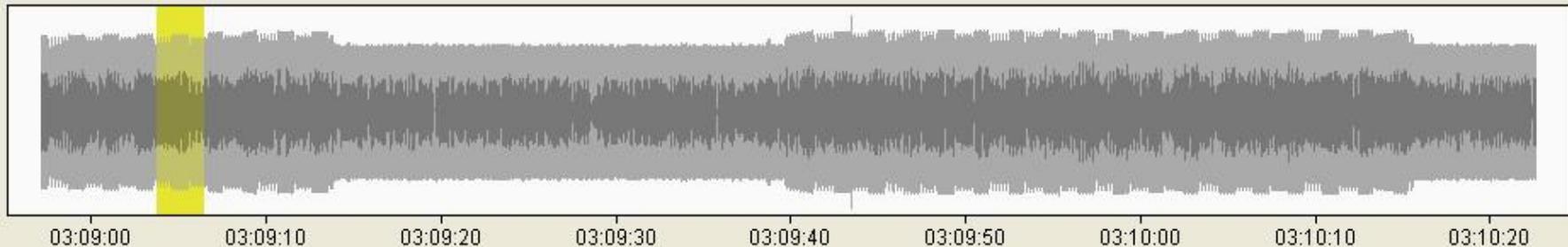


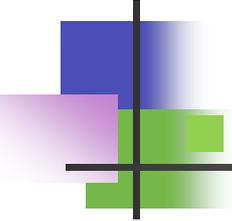
Поскольку в разных программах сканирования применяются различные градиенты, уровень шума также зависит от выполняемой диагностической процедуры.

- Так для сканера **Philips Achieva 3.0 TX** программа сканирования головного мозга «Smart brain» создает максимальный уровень звука А- **107 дБ;**
«Ref, NV 16”- **96 дБ;**
- **T1WIR TSE sag – 88 дБ.**

Временные зависимости и спектральные характеристики звукового давления, уровни звука А и С

А, Па



- 
- Таким образом, в РФ существует настоятельная необходимость совершенствования нормативно-методической документации, регламентирующей гигиеническую оценку ЭМП и шума на рабочих местах персонала отделений МРТ,
 - проведения углубленных исследований уникальной электромагнитной и акустической среды, с оценкой экспозиций в т.ч. НЧ магнитных и ВЧ электромагнитных полей,
 - пространственных и временных градиентов МП.



- В настоящее время ведется разработка **проекта МУК** по проведению контроля физических факторов на рабочих местах персонала отделений МРТ,
- практически реализуемых **профилактических мероприятий**, направленных на снижение риска здоровью работников отделений МРТ.

Благодарим за внимание!

Внимание

Сильное магнитное поле



Внимание

Электромагнитное поле

