

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,
металлургии и химической промышленности



Обзор рынка томографов компьютерных и магнитно-резонансных в России

2-е издание

Москва
июнь, 2020

Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/35/480>

Общее количество страниц: 111 стр.

Стоимость отчета – 48 000 рублей

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «ИГ «Инфомайн» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов Инфомайн, являются надежными, однако Инфомайн не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Инфомайн приложил все возможные усилия, чтобы проверить достоверность имеющихся сведений, показателей и информации, содержащихся в исследовании, однако клиенту следует учитывать наличие неустраняемых сложностей в процессе получения информации, зачастую касающейся непрозрачных и закрытых коммерческих операций на рынке. Исследование может содержать данные и информацию, которые основаны на различных предположениях, некоторые из которых могут быть неточными или неполными в силу наличия изменяющихся и неопределенных событий и факторов. Кроме того, в ряде случаев из-за погрешности при округлении, различий в определениях, терминах и их толкованиях, а также использования большого числа источников, данные могут показаться противоречивыми. Инфомайн предпринял все меры для того, чтобы не допустить очевидных несоответствий, но некоторые из них могут сохраняться.

Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. Инфомайн не проводит какую-либо последующую работу по обновлению, дополнению или изменению содержания исследования и проверке точности данных, содержащихся в нем. Инфомайн не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации.

Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения Инфомайн либо тиражироваться любыми способами. Заказчик имеет право проводить аудит (экспертизу) исследований рынков, полученных от Исполнителя только в компаниях, имеющих членство ассоциации промышленных маркетологов ПРОММАР (<http://www.prommar.ru>) или силами экспертно-сертификационного совета ассоциации ПРОММАР. В других случаях отправка исследований на аудит или экспертизу третьим лицам считается нарушением авторских прав.

Copyright © ООО «ИГ «Инфомайн».

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	8
Введение	10
1. Общие сведения о компьютерной и магнитно-резонансной томографии	11
1.1. Общая характеристика принципов действия компьютерных и магнитно-резонансных томографов	11
1.2. Основные отличия методов компьютерной и магнитно-резонансной томографии	20
1.3. Краткая характеристика мирового рынка	22
2. Производство томографов в России (2005-2019 гг.)	31
3. Внешнеэкономические операции с томографами в России (2002-2019 гг.)	51
3.1. Экспорт-импорт компьютерных томографов	51
3.2. Экспорт-импорт магнитно-резонансных томографов	67
4. Ценовой анализ рынка томографического оборудования в России (2007-2019 гг.)	78
5. Анализ спроса на томографическое оборудование в России (2004-2019 гг.)	87
5.1. Обеспеченность томографами российских лечебных учреждений.....	87
5.2. Баланс производства и потребления томографов в России.....	98
6. Прогноз развития рынка томографического оборудования в России (до 2025 г.).....	103
Приложение Контактная информация производителей компьютерных и магнитно-резонансных томографов в России	111

Список таблиц

- Таблица 1. Технические характеристики некоторых моделей МР-томографов ведущих мировых производителей
- Таблица 2. Рекомендации по оснащению лечебных учреждений магнитно-резонансными томографами
- Таблица 3. Объем производства компьютерных и магнитно-резонансных томографов в России в 2005-2019 гг., ед.
- Таблица 4. Показатели доли импортной продукции в производстве томографов по плану импортозамещения
- Таблица 5. Поставки компьютерных томографов АО «МТЛ» по государственным контрактам в 2011-2016 гг.
- Таблица 6. Основные финансово-экономические показатели АО «Медицинские технологии Лтд» в 2011-2018 гг., млн руб.
- Таблица 7. Поставки компьютерных томографов НИПК «Электрон» по государственным контрактам в 2011-2016 гг.
- Таблица 8. Основные финансовые показатели ЗАО «НИПК «Электрон» в 2011-2018 гг., млн руб.
- Таблица 9. Характеристики томографа «ТМР-Ренекс»
- Таблица 10. Основные финансовые показатели ООО «С.П. Гелпик» в 2011-2018 гг., млн руб.
- Таблица 11. Основные финансовые показатели ЗАО НПФ «Аз» в 2011-2018 гг., млн руб.
- Таблица 12. Объем экспорта компьютерных томографов России в 2002-2013 гг., шт. тыс. \$
- Таблица 13. Объем поставок компьютерных томографов в Россию в региональном разрезе в 2002-2019 гг., млн \$
- Таблица 14. Объем поставок компьютерных томографов в Россию в разрезе стран-экспортеров в 2007-2019 гг., шт.
- Таблица 15. Основные компании-производители компьютерных томографов, поставляющие свою продукцию в России в 2008-2019 гг., шт.
- Таблица 16. Популярные модели импортных компьютерных томографов в 2013-2019 гг.
- Таблица 17. Получатели импортных компьютерных томографов в России в 2010-2019 гг., шт.
- Таблица 18. Объем экспорта магнитно-резонансных томографов России в 2007-2019 гг., шт., тыс. \$
- Таблица 19. Объем поставок магнитно-резонансных томографов и запчастей к ним в Россию в региональном разрезе в 2007-2019 гг., млн \$
- Таблица 20. Объем поставок магнитно-резонансных томографов в Россию основными странами-экспортерами в 2007-2019 гг., шт.
- Таблица 21. Объем поставок магнитно-резонансных томографов в Россию основными производителями в 2007-2019 гг., шт.

Таблица 22. Получатели импортных магнитно-резонансных томографов в России в 2010-2019 гг., шт.

Таблица 23. Средние импортные цены на новые магнитно-резонансные томографы в России в 2007-2019 гг., млн \$/шт

Таблица 24. Средние импортные цены на компьютерные томографы в России в 2007-2019 гг., млн \$/шт.

Таблица 25. Импортные цены на различные модели компьютерных томографов в России в 2011-2019 гг., млн \$/шт.

Таблица 26. Импортные цены на различные модели магнитно-резонансных томографов в России в 2011-2019 гг., млн \$/шт.

Таблица 27. Цены на импортное оборудование, представленное на российском рынке, млн руб., тыс. \$

Таблица 28. Обеспеченность компьютерными томографами в России и некоторых странах OECD

Таблица 29. Обеспеченность МР-томографами в России и некоторых странах OECD

Таблица 30. Изменение объемов исследований на томографическом оборудовании в России в 2013-2018 гг.

Таблица 31. Баланс производства-потребления магнитно-резонансных томографов в России в 2004-2019 гг., шт.

Таблица 32. Баланс производства-потребления компьютерных томографов в России в 2004-2019 гг., шт.

Таблица 33. CAGR по сегментам мирового и российского рынков диагностического оборудования для медицинской визуализации в 2004-2011 гг., %

Список рисунков

- Рисунок 1. Структура мирового рынка КТ-сканеров по производителям в 2017 г., %
- Рисунок 2. Динамика количества магнитно-резонансных томографов в некоторых странах OECD и России в 2005-2018 гг., ед. на 1 млн человек
- Рисунок 3. Число сканеров для компьютерной томографии в некоторых странах OECD и России в 2000-2018 гг., ед. на 1 млн человек
- Рисунок 4. Число обследований с помощью магнитно-резонансной томографии в некоторых странах OECD на 1000 человек в 2017 г.
- Рисунок 5. Число обследований с помощью компьютерной томографии в некоторых странах OECD на 1000 человек в 2000-2018 г.
- Рисунок 6. МР-томограф для конечностей открытого типа «ТМР-Ренекс»
- Рисунок 7. Магнитно-резонансный томограф «Аз-300» открытого типа
- Рисунок 8. Динамика российского импорта компьютерных томографов в 2002-2019 гг., шт., млн \$
- Рисунок 9. Динамика импорта комплексов для ПЭТ/КТ исследований России в 2015-2019 гг., шт., млн \$
- Рисунок 10. Региональная структура импорта компьютерных томографов России в 2007-2019 гг., млн \$
- Рисунок 11. Региональная структура импорта компьютерных томографов в 2007-2019 гг., ед.
- Рисунок 12. Структура импорта компьютерных томографов России по основным компаниям-производителям в 2008-2019 гг., ед.
- Рисунок 13. Динамика экспорта магнитно-резонансных томографов России в 2002-2019 гг., млн \$
- Рисунок 14. Динамика импорта магнитно-резонансных томографов России в 2002-2019 гг., шт., млн \$
- Рисунок 15. Географическая структура импорта России магнитно-резонансных томографов в 2007-2019 гг., млн \$
- Рисунок 16. Структура импорта магнитно-резонансных томографов России по основным компаниям-производителям в 2007-2019 гг., ед.
- Рисунок 17. Динамика среднегодовых импортных цен на магнитно-резонансные томографы в России в 2007-2019 гг., млн \$/шт.
- Рисунок 18. Динамика среднегодовых импортных цен на компьютерные томографы в России в 2007-2019 гг., млн \$/шт.
- Рисунок 19. Структура лучевых исследований в России в 2016 г., %
- Рисунок 20. Динамика вклада различных видов лучевой диагностики в коллективную дозу медицинского облучения, %
- Рисунок 21. Возрастной парк компьютерных томографов по регионам России (% оборудования старше 10 лет) (2013 г.)
- Рисунок 22. Динамика количества компьютерных томографов в России в 2005-2018 гг., всего, ед.

Рисунок 23. Динамика количества магнитно-резонансных томографов в России в 2005-2018 гг., всего, ед.

Рисунок 24. Динамика числа компьютерных томографов в России на 1 млн чел. в 2005-2018 гг., ед.

Рисунок 25. Динамика числа магнитно-резонансных томографов в России на 1 млн чел. в 2005-2018 гг., ед.

. Рисунок 26. Динамика производства, импорта, потребления магнитно-резонансных томографов в 2004-2019 гг., ед.

Рисунок 27. Динамика производства, импорта, потребления компьютерных томографов в 2004-2019 гг., ед.

Рисунок 28. Динамика мирового рынка медицинских изделий в 2015-2018 гг. и прогноз до 2025 г., млрд \$

Рисунок 29. Динамика рынка медицинских изделий РФ в 2005-2019 гг., млрд руб

Рисунок 30. Прогноз емкости рынка магнитно-резонансных и компьютерных томографов до 2025 г., ед.

Аннотация

Настоящий обзор является вторым изданием исследования рынка томографов в России. Работа посвящена исследованию 2 сегментов томографического оборудования – компьютерных (КТ) и магнитно-резонансных (МР) томографов и не затрагивает такую часть рынка, как позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ).

Цель исследования – анализ российского рынка компьютерных и магнитно-резонансных томографов.

Объектом исследования являются компьютерные и магнитно-резонансные томографы.

Хронологические рамки исследования: 2002-2019 гг., прогноз – 2020-2025 гг.

География исследования: Россия – подробный анализ, мировой рынок – краткая характеристика

Отчет содержит **111** страниц, в том числе **33** таблицы, **30** рисунков и **1** приложение.

Данная работа является, в основном, «кабинетным» исследованием. В качестве источников информации использованы данные Федеральной службы государственной статистики РФ (ФСГС РФ), Федеральной таможенной службы РФ (ФТС РФ), базы данных «Инфомайн». Также при работе над обзором использовались годовые и квартальные отчеты эмитентов ценных бумаг, данные региональных и отраслевых СМИ, интернет-сайтов производителей и потребителей компьютерных и магнитно-резонансных томографов.

Также при подготовке исследования были проведены телефонные интервью с представителями участников рынка томографического оборудования.

Отличием данной работы от аналогичных исследований, представленных на маркетинговом рынке, является глубина исследование – проведен анализ рынка России с 2002 г. Кроме того в одной работе представлены данные о двух сегментах рынка томографического оборудования – компьютерных и МР-томографах.

В **первой** главе отчета приведены основные сведения о компьютерной и магнитно-резонансной томографии, принципах работы аппаратов, основных отличиях данных методов, а также об областях применения. Также в данной главе приведены краткие сведения о мировом рынке компьютерной и магнитно-резонансной томографии.

Во **второй** главе отчета представлены данные о предприятиях, выпускающих томографическое оборудование в России. Приведены основные

характеристики выпускаемого оборудования и оценка объемов производства в 2005-2019 гг.

Третья глава посвящена анализу внешнеторговых операций с томографическим оборудованием в России в 2002-2019 гг. В этой главе приведены данные о динамике и географической структуре экспортных и импортных поставок томографов, определены крупнейшие зарубежные поставщики и основные российские потребители данной продукции.

В **четвертой** главе отчета приведены данные о динамике средних импортных цен на томографы в период 2010-2019 гг., также представлены данные о ценах на данное оборудование на российском рынке.

Пятая глава отчета посвящена исследованию спроса на томографы в России в период 2004-2019 гг. В этой главе представлены данные об уровне оснащённости российских лечебных учреждений томографическим оборудованием, приведен баланс производства-потребления данного вида аппаратов в России.

В заключительной **шестой** главе отчета приведен прогноз развития рынка томографического оборудования России на период до 2025 г.

В Приложении приведены адреса и контактная информация предприятий-производителей томографического оборудования в России.

Настоящее исследование может быть полезно:

- потребителям томографов – медицинским учреждениям, специализирующимся на проведении томографических исследований;
- российским и зарубежным производителям томографического оборудования;
- торговым компаниям, представительствам и дилерам компаний-производителей.

Введение

Одним из устоявшихся трендов развития современной российской медицины является широкое внедрение в медицинскую практику неинвазивных методов диагностики и лечения, что нашло свое отражение как в государственных программах модернизации здравоохранения, так и в росте спроса со стороны частных медицинских клиник на новое оборудование.

Одним из наиболее перспективных направлений неинвазивной диагностики стала медицинская визуализация. Реализация Программы модернизации российского здравоохранения способствовала бурному развитию данного сегмента в 2011-2013 гг.

В основе визуальной диагностики лежат исследования организма при помощи различных физических методов с целью получения изображения внутренних органов с дальнейшим компьютерным анализом.

Широкое применение получили звуковые волны (преимущественно ультразвук), электромагнитное излучение различных диапазонов, постоянное и переменное электромагнитное поле, элементарные частицы, излучаемые радиоактивными изотопами (радиофармпрепаратами). Многие современные приборы предусматривают одновременное использование нескольких техник визуализации (к примеру, ПЭТ и КТ) для получения трехмерного изображения.

Среди основных методов медицинской визуализации выделяют следующие группы:

- рентгенологические (в том числе компьютерная томография);
- магниторезонансные (в том числе МР-томография);
- радионуклидные;
- оптические (лазерные);
- ультразвуковые;
- эндоскопические.

Обеспеченность российских лечебных учреждений компьютерными и магнитно-резонансными томографами значительно повысилась в течение последнего десятилетия. Вместе с тем количество единиц данного оборудования и число исследований на душу населения в России существенно меньше, чем в развитых европейских странах и США.

До конца 2000-х гг. практически 100% потребностей российского рынка компьютерных и МР-томографов было обеспечено за счет оборудования зарубежного производства.

С 2010 г. в России начался выпуск компьютерных томографов, организованный совместными усилиями российских компаний и иностранными производителями.

Министерство промышленности и торговли разработало план импортозамещения в российской промышленности, согласно которому доля российской продукции на рынке томографического оборудования должна была существенно увеличиться к 2020 г.

1. Общие сведения о компьютерной и магнитно-резонансной томографии

1.1. Общая характеристика принципов действия компьютерных и магнитно-резонансных томографов

Значение медицинской визуализации в здравоохранении постоянно возрастает, так как она позволяет повысить эффективность медицинской помощи и создать более комфортные условия для пациентов. Передовые технологии визуализации позволяют выявлять патологические изменения в работе органов и систем человека на самых ранних стадиях, лечить их целенаправленно с помощью более щадящих методов, а также тщательно наблюдать за результатами лечения.

Компьютерная и магнитно-резонансная томография в настоящее время являются широко используемыми методами неинвазивных способов диагностики заболеваний. Оба метода применяются для выявления широкого спектра заболеваний, используются как для подтверждения каких-либо диагнозов, так и для проверки эффективности назначенного ранее лечения и возможных рецидивов.

Компьютерная томография (КТ) – один из основных и наиболее информативных современных методов *лучевой диагностики*. Компьютерный томограф является одним из ключевых инструментов для ранней диагностики и лечения широкого спектра заболеваний, включая онкопатологии, острые нарушения мозгового кровообращения, различные травмы (в том числе при ДТП), заболевания сердечно-сосудистой системы и др.

Метод неразрушающего послойного исследования внутренней структуры объекта, был предложен в 1972 г. Годфри Хаунсфилдом и Алланом Кормаком, удостоенными за эту разработку Нобелевской премии.

Метод основан на измерении и сложной компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями. Для визуальной и количественной оценки плотности визуализируемых методом компьютерной томографии структур используется шкала ослабления рентгеновского излучения, получившая название шкалы Хаунсфилда (ее визуальным отражением на мониторе аппарата является черно-белый спектр изображения).

В основе компьютерной томографии лежит специфическое свойство рентгеновского излучения поглощаться в зависимости от плотности конкретных тканей организма. В целом, компьютерная томография идентична традиционной рентгенографии, но принцип работы компьютерного томографа отличается иным способом получения и обработки информации, а также более высокой лучевой нагрузкой.

На исследуемую область во время томографического рентгеновского исследования, послойно, воздействует пучок рентгеновских лучей, который,

проходя сквозь ткани пациента с различной плотностью, поглощается ими. При этом возникают послойные изображения срезов тела. Высококачественное компьютерное оборудование обрабатывает полученные данные и перерабатывает их, давая информативные трехмерные изображения, отражающие особенности исследуемого органа или участка тела.

Некоторые ключевые даты из истории компьютерной томографии:

- 1895 г – открытие В.К. Рентгеном нового излучения (X-лучи);
- 1934 г. – В.И. Феоктистов создал первый рентгеновский томограф;
- 1956 г. – финские специалисты создали первый панорамный томограф;
- 1974 г. – в мире насчитывается 60 КТ-систем для исследования головного мозга;
- 1975 г. – вводится в эксплуатацию первый компьютерный томограф для исследования всего тела;
- 1998 г. – появляются первые 4-спиральные компьютерные томографы; Выпускается первая комбинированная система ПЭТ-КТ, создателями которой являются D.W. Townsend и P. Nat;
- 1999 г. – появление принципиально нового конусно-лучевого компьютерного томографа (КЛКТ);
- 2001 г. – появляются 16-спиральные компьютерные томографы;
- 2004 г. – появляются 64-спиральные компьютерные томографы;
- 2004 г. – в мире насчитывается более 40 000 компьютерных томографов для медицинских исследований;
- 2005 г. – появляются мультиспиральные компьютерные томографы;
- 2010 г. – создана четырехмерная электронная томография – техника визуализирования динамики трехмерных объектов во времени. Эта техника позволяет наблюдать за пространственно-временными характеристиками микрообъектов.

Современный компьютерный томограф представляет собой сложный программно-технический комплекс. Для регистрации прошедшего через исследуемый объект рентгеновского излучения используются сверхчувствительные детекторы, конструкция и материалы, из которых они изготовлены, постоянно совершенствуются.

Неотъемлемой частью аппарата является обширный пакет программного обеспечения, позволяющий проводить весь спектр компьютерно-томографических исследований (КТ-исследований) с оптимальными параметрами, проводить последующую обработку и анализ КТ-изображений.

Для улучшения дифференцировки органов друг от друга, а также нормальных и патологических структур, используются различные методики контрастного усиления (чаще всего, с применением йодсодержащих контрастных препаратов).

При проведении магнитно-резонансной томографии (МРТ) данные получают с применением мощного магнитного поля (ядерно-магнитного резонанса), благодаря которому атомы водорода в организме человека начинают менять свое положение. Томограф посылает электромагнитные импульсы, а возникающий в организме эффект улавливается оборудованием и перерабатывается в трехмерные изображения.

МР-томография имеет высокую разрешающую способность при исследовании мягких тканей, позволяющую получать изображения с различными типами контрастирования и в любой плоскости без применения специальных методов в отличие от компьютерной томографии.

Явление ядерного магнитного резонанса было открыто в 1946 г. независимо друг от друга Феликсом Блохом из Стенфордского университета и Эдвардом Парселлом из Гарвардского университета. В 1952 г. оба они были удостоены Нобелевской премии по физике «за развитие новых методов для точных ядерных магнитных измерений и связанные с этим открытия».

В период с 1950 по 1970 годы, ядерный магнитный резонанс развивался и использовался для химического и физического молекулярного анализа.

Впервые клинические исследования методом МРТ были проведены в 1979 г. С момента своего появления магнитно-резонансная томография стала главным методом бесконтактной диагностики болезней мозга, спины, а также мышечной ткани и скелета.

Первый коммерческий магнитно-резонансный томограф (МР-томограф) - прибор для исследований методом МРТ был произведен в 1980 г. на основе тяжелого постоянного магнита.

Первоначально в медицинской практике использовались МР-томографы преимущественно с низким магнитным полем (0,06-0,2 Тл) на *резистивных магнитах*, однако качество изображений, полученных на них, было весьма низким.

Резистивные магниты (электромагниты) представляют собой соленоид (катушку), по которому пропускают сильный электрический ток. Резистивные магниты позволяют добиться высокой однородности постоянного магнитного поля, но потребляют большое количество электроэнергии (до 40 кВт) и требуют мощной системы охлаждения. Верхняя граница создаваемого магнитного поля составляет примерно 0,7 Тл, но на практике используются аппараты с магнитным полем до 0,3 Тл.

Впоследствии резистивные магниты повсеместно были вытеснены источниками более сильного магнитного поля, в качестве которых применяются как электромагниты (до 9,4 Тл), так и постоянные магниты (до 0,7 Тл).

Постоянные магниты изготавливаются из ферромагнитных материалов (в настоящее время широко применяются неодимовые магниты), они не потребляют электрическую энергию, не требуют особых условий и расходов для нормального функционирования. Однако такие магниты отличаются очень

большим весом, а создаваемые ими магнитные поля обычно не превышают 0,5 Тл.

В *сверхпроводящих электромагнитах* для создания постоянного магнитного поля используется 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.

Обмотка сверхпроводящего магнита состоит из нескольких слоев медной ленты со сверхпроводником. В большинстве конструкций томографов, эксплуатируемых в настоящее время, сверхпроводящий магнит охлаждается жидким гелием с температурой около 4,2 К. Жидкий гелий, испаряясь, компенсирует внешние теплопритоки, внутренние тепловыделения и обеспечивает хорошую температурную стабилизацию сверхпроводника.

Обслуживание сверхпроводящих магнитов – очень дорогостоящая процедура, одна заправка жидким гелием стоит до 500 тыс. руб. и более.

По расположению магнитов различают *вертикальные* и *горизонтальные* системы МР-томографов.

В зависимости от конструкции МР-томографы могут быть *открытого* и *закрытого* типа. Открытая конфигурация позволяет проводить исследования без риска возникновения клаустрофобии, а также осуществлять доступ врачей к пациенту во время исследования и проведение манипуляций (диагностических, лечебных) под контролем МРТ.

На мировом рынке преобладают томографы закрытого типа, вместе с тем, сегмент открытых систем активно развивается.

Технология исследований внутренней структуры объектов с помощью магнитного резонанса непрерывно совершенствовалась последние 30 лет в направлении создания более сильных постоянных магнитных полей, более быстрых и мощных градиентных магнитных полей, более эффективных радиочастотных (РЧ) передающих катушек.

В зависимости от величины постоянного магнитного поля выделяется несколько типов МРТ:

- 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.

В последние годы по мере развития технологий сегментация рынка аппаратов МРТ по напряженности магнитного поля изменилась: в настоящее время к низкопольным относятся томографы с напряженностью поля ниже 1,5

Тл, аппараты со средним полем – от 1,5 до 3,0 Тл, высокопольные томографы имеют напряженность поля более 3 Тл.

Первоначально магнитно-резонансные томографы с полем 3 Тл использовались исключительно для научных исследований. В 2002 г, после почти 15 лет исследований, МР-томографы с полем 3 Тл были внедрены на рынок, когда FDA (Агентство Министерства здравоохранения и социальных служб США) разрешило использовать в медицине МР-сканеры фирм General Electric, Siemens и Philips.

Очень быстро высокопольные системы получили широкое распространение среди медицинской диагностической аппаратуры и уже к 2007-2008 гг. по приблизительным оценкам в мире было установлено более 1000 подобных систем, используемых в клинической практике.

Предпосылки развития высокопольной МР-томографии связаны с возможностью достижения более высокого соотношения сигнал/шум, контрастности и высокого пространственного и/или временного разрешения, необходимых для ряда приложений. В настоящий момент все крупные производители выпускают МР-сканеры с полем 3 Тл, не отличающиеся по размеру и массе от стандартных 1,5 Тл систем.

Основной областью использования высокопольных МР-систем является неврология, где сильные магнитные поля позволяют проводить функциональные и молекулярные исследования с высоким разрешением.

Если первые МР-системы не отличались высокой чувствительностью РЧ-катушек для всего тела, то за последние 15 лет разработки в области аппаратного обеспечения сделали возможным проведение МР-томографии всего тела с высоким разрешением и соотношением сигнал/шум.

Использование сильных магнитных полей позволяет существенно увеличить диагностические возможности томографии, однако они также являются источником целого ряда ограничений на использование подобных систем.

Высокопольные системы в современных МР-томографах создаются на основе *сверхпроводящих* магнитов, где максимальная напряженность магнитного поля ограничена значением критического поля используемого ниобий-титанового сверхпроводника, позволяющего создавать поля до 12 Тл.

Сплав ниобий-олово позволяет создавать поля до 30 Тл, однако высокая хрупкость материала затрудняет его использование. В настоящий момент наиболее мощные МР-системы для научных исследований установлены в Университете Иллинойса в Чикаго (9,4 Тл), в Массачусетском Университете (7 Тл), в центре магнитного резонанса Университета Миннесотты (4 Тл и 7 Тл).

Увеличение силы магнитного поля приводит к увеличению массы системы, расхода криогенного вещества и экранируемой области. Масса коммерческих МР-сканеров с полем 3 Тл примерно в 2 раза больше массы аналогичных систем с полем 1,5 Тл и составляет около 10000 кг (табл. 1). Расход криогенных веществ для современных систем снижен с 0,15 л/ч до 0,03-0,075 л/ч.

Высокопольные системы требуют высокой однородности магнитного поля, составляющей 0,2 ppm для сферы 30 см или 0,1 ppm для сферы 20 см и достигаемой за счет автоматического шиммирования. Так называемая «особая зона», ограниченная линией 5 Гаусс, в которую запрещается вносить любые биомедицинские устройства, для 3Тл-систем также незначительно больше, чем для стандартных МР-томографов.

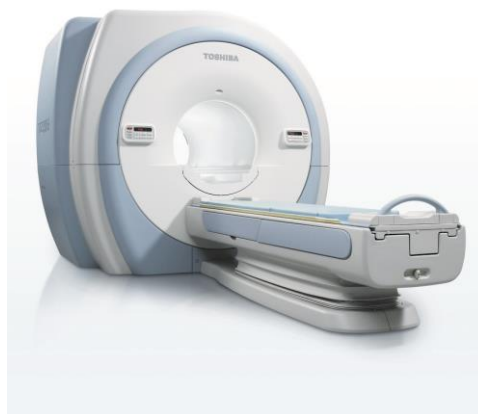
Таблица 1. Технические характеристики некоторых моделей МР-томографов ведущих мировых производителей

Параметр	Значение					
	General Electric		Siemens		Philips	
Изготовитель						
Модель	Excite	HDx	Avanto	Trio	Infinion	Intera
Основное поле, Тл	1,5	3,0	1,5	3,0	1,5	3,0
Амплитуда градиентов, мТл/м	33	50	45	45	30	30
Скорость нарастания, Тл/м/с	80	150	200	200		200
Поле сканирования, см	48	48	50	50	56	53
Минимальное TR, мс	1,3	1,3	1,5	1,5	3,1	1,6
Минимальное TE, мс	0,4	0,4	0,6	0,6	0,9	0,5
Минимальная толщина среза, мм	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
Масса, кг	3863	12000	4050	12000	4100	5500
Расход криогенна, л/ч	0,03	0,03	0,075	0,12	0,06	0,07
Линия 5 Гаусс, м	2,8x4,0	2,8x5,0	2,5x4,0	3,4x5,9	3,0x5,0	3,0x5,2

Источник: обзор специальной литературы

В настоящее время на российском рынке медицинской техники представлены 3 типа МРТ:

1) для всего тела на сверхпроводящих магнитах с магнитным полем 1,0-7,0 Тл;



2) для всего тела на постоянных магнитах открытого типа с магнитным полем 0,3-0,5 Тл;



3) для исследований конечностей на постоянных магнитах 0,3-1,5 Тл.



Следует отметить, что МР-томографы на сверхпроводящих магнитах представлены на российском рынке только иностранными производителями.

В России МРТ на сверхпроводящих магнитах серийно не выпускаются (НИИЭФА им. Ефремова выпустило два образца МРТ модели «ЭЛЕКТОМ» на сверхпроводящих магнитах в начале 2000-х гг.).

Вместе с тем российские компании освоили выпуск МР-томографов на *постоянных* магнитах – данное оборудование выпускают компании «НПФ «Аз» (томографы открытого типа для всего тела) и ООО «С.П. Гелпик» (для исследования конечностей). Производители ведут работы по улучшению и совершенствованию своей продукции.

Среди диагностов-практиков МРТ, бытует мнение, что с повышением напряженности магнитного поля повышается достоверность диагностики. Пределом повышения напряженности магнитного поля является 7,0 Тл, выше которой МРТ-исследование становится опасным для пациента.

Уровень диагностических возможностей МРТ складывается из целого ряда составляющих: наличие специализированных РЧ-катушек, разнообразие импульсных последовательностей, скорости градиентного сигнала, наличие специальных программ обработки, применение контрастных средств и многое другое.

С 2006 г. ФГБУ «ВНИИИМТ» Росздравнадзора ежеквартально собирает информацию об оснащенности российских ЛПУ, получающих медицинские изделия в рамках национальных проектов и программ, реализуемых за счет бюджетных ассигнований. При анализе технических характеристик закупаемых лечебными учреждениями томографов обнаружилось повсеместное стремление отечественных потребителей к покупке сверхпроводящих МРТ с уровнем