

А.Ж. Атачкин, А.Н. Гуржиев, С.Н. Гуржиев, В.А. Добрицкий, С.А. Зимин,
М.Г. Кириченко, А.В. Кострицкий, В.П. Новиков

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МАММОГРАФ «МАММО-Р» ПРОИЗВОДСТВА ЗАО «РЕНТГЕНПРОМ»

Аннотация

В статье приводятся подробные технические характеристики современного российского пленочного маммографа «МАММО-Р» разработки и производства ЗАО «Рентгенпром». Начало серийного выпуска данного аппарата в конце 2008 г. – это завершение первого этапа по созданию целой серии маммографических систем. Второй этап – создание и начало выпуска цифрового маммографа «МАММО-РПЦ» сканирующего типа должен завершиться в конце 2009 г. В 2010 г. для этих маммографов будет создана биопсийная приставка.

Во второй половине 2008 г. ЗАО «РЕНТГЕНПРОМ» завершил первый этап работ по созданию серии маммографических аппаратов, предназначенных для выполнения любых типов маммографических обследований пациентов. Итогом первого этапа является начало серийного выпуска современного российского пленочного маммографа «МАММО-Р» (см. рис. 1).

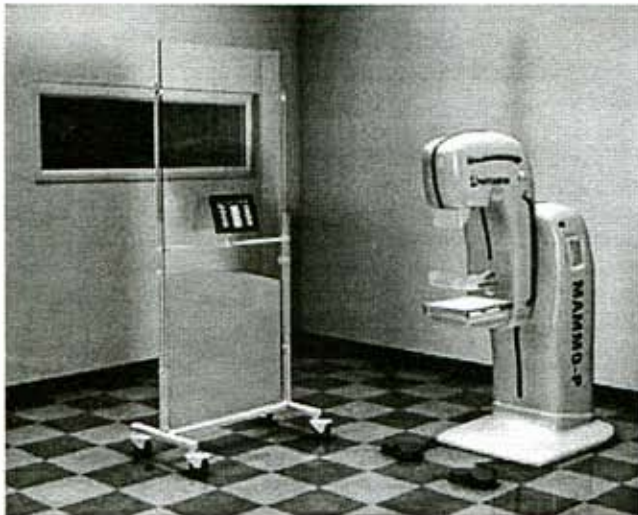


Рис. 1. Общий вид маммографа «МАММО-Р»

При создании аппарата мы постарались учесть пожелания врачей-маммологов и опыт зарубежных производителей. Как результат, аппарат «МАММО-Р» представляет собой современную маммографическую систему, предназначенную для выполнения как скрининговых, так и диагностических исследований. Особо хочется подчеркнуть, что созданный отечественными разработчиками аппарат практически на 100 % производится в России.

Итак, первый этап успешно завершён; аппарат «Маммо-Р» с конца 2008 г. поставляется в медицинские учреждения РФ. Компания ЗАО «РЕНТГЕНПРОМ» продолжает осуществление второго и третьего этапов развития линейки аппаратов, посвящённых созданию цифровой маммографической приставки и устройства для биопсии, предназначенных для установки на аппаратах серии «МАММО-Р».

По окончании второго этапа (вторая половина 2009 г.) мы сможем предложить нашим покупателям

либо приставку для уже имеющегося у них пленочного маммографа, которая позволит модернизировать его до цифрового, либо полностью цифровой маммограф.

Цифровой вариант маммографа будет иметь ряд преимуществ по сравнению с пленочным, что позволит выполнять более качественные снимки при более низких дозах облучения. Детектор маммографа будет работать на сканирующем принципе выполнения снимка. Хорошо известны плюсы этого метода. Во-первых, отсутствует рассеянное излучение в изображении в отличие от всех остальных методов формирования рентгеновского изображения. Благодаря этому достигаются высокие контрастные и пространственные характеристики, что особенно важно в маммографии. Во-вторых, удастся существенно снизить стоимость детектора в сравнении с маммографами, использующими твердотельные панели. В-третьих, ПЗС детекторы, хорошо известные в нашей стране, в данном случае непригодны, поскольку не могут обеспечить необходимое разрешение.

В данный момент идут испытания цифрового маммографа «МАММО-РПЦ» и начинается его регистрация. К концу 2009 г. мы планируем начать серийный выпуск.

Мы не сомневаемся, что большой интерес у маммологов вызовет и устройство для биопсии, создаваемое на базе разработанного маммографического цифрового аппарата. Оно предназначено для осуществления прицельных цифровых снимков ограниченного формата (5x5 см) и выполнения стереотаксической биопсии. Особенностью разрабатываемого устройства является то, что оно может быть легко установлено на аппарат без каких-либо дополнительных приспособлений. Для этого в маммографе имеется специальный интерфейс в оси вращения съёмочного узла. При установке на аппарат устройство строго позиционируется, происходит соединение электрических цепей и согласование взаимного положения съёмочного узла маммографа и стереотаксической приставки. Далее остается только повернуть стереотаксическую приставку на нужный угол, и съёмочный узел автоматически переместится в нужную позицию. Биопсийное устройство может быть повернуто относительно оси вращения на угол $\pm 90^\circ$. Для получения стереосним-

ков съемочное устройство поворачивается на угол $\pm 15^\circ$ относительно устройства. После выполнения снимков съемочное устройство можно установить в любое положение.

Разрабатываемое устройство будет работать с иглами эффективного размера от 60 до 120 мм. Эффективная длина иглы задается с пульта управления. Точность наведения иглы не хуже 0,5 мм по трем координатам. Предусматривается возможность управления положением иглодержателя с пульта управления координатно-считывающего устройства. Шаг изменения положения – 0,1 мм по каждой координате.

Завершить работы этого этапа планируется в 2010 г.

Предлагаемый сейчас пленочный маммограф «МАММО-Р» – это оптимальная маммографическая система, позволяющая выполнять и скрининговые, и диагностические обследования пациентов. Наш аппарат выделяют:

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

При этом высокое качество снимков обеспечивается:

- мощной двухфокусной рентгеновской трубкой;
- мощным высокочастотным УРП;
- экраноснимочным устройством, в котором движение растровой решетки синхронизируется с подачей высокого напряжения на рентгеновскую трубку;
- современной системой автоматического контроля экспозиции.

К маммографу легко и быстро могут присоединяться различные аксессуары. Аппарат автоматически распознает установленные принадлежности и подстраивает параметры экспозиции в соответствии с ними.

Технические характеристики аппарата «МАММО-Р»

Высокочастотный генератор: 320 кГц
 Регулировка высокого напряжения: 20...35 кВ с шагом 1 кВ

Диапазон, мАс: 2...640
 Мощность (по заказу), кВт: 3,6 (8)
 Трубка с двойным фокусом, мм: 0,1/0,3
 Вращающийся молибденовый анод: 10000 об/мин

Бериллиевое окно: 0,5 мм Ве
 Фокусное расстояние, см: 65

- Фильтр:*
- молибден: 0,03 мм Мо
 - родий (опция): 0,03 мм Rh
- Автоматический контроль экспозиции:*
- полупроводниковый детектор рентгеновского излучения, имеющий 8 независимых полей измерения;
 - возможность выполнять тонкую настройку на необходимую плотность почернения пленки;

- лаборант имеет возможность самостоятельно изменять плотность почернения относительно выставленной в пределах 15 степеней;
- девять программ для различных сочетаний экран-пленка. По желанию заказчика могут быть запрограммированы дополнительные сочетания.

Отсеивающая растровая решетка:

- подвижный фокусированный отсеивающий растр (отношение 5:1, частота растра 31 л/см);
- движение решетки синхронизировано с подачей высокого напряжения;
- блокировка высокого напряжения в случае отсутствия движения решетки;
- столик из рентгенопрозрачного углепластика.

Контроль предельного усилия компрессии с тонкой настройкой. Наличие цифровой индикации усилия компрессии и толщины объекта (МЖ)

Наличие режимов ручной и автоматической декомпрессии по окончании съемки

Возможны ручная компрессия с ограничением усилия и декомпрессия

Моторизованное вращение съемочного узла: от +135 до -180° с любым шагом, но есть возможность автоматически выбирать углы 0, ± 45 , $\pm 90^\circ$

Моторизованное вертикальное перемещение съемочного узла, мм: 500

Габаритные размеры (ВхШхГ), мм: 1580...2080x1245x700 (1310x1245x700 при транспортировании)

Высота от пола до столика, мм: 760...1460

Масса аппарата, кг: 200

Размеры ширмы (ВхШхГ), мм: 1905x875x661

Масса ширмы, кг: 55

Маммограф «МАММО-Р» оснащается компьютерным пультом управления (ПУ), располагающимся на рентгенозащитной ширме аппарата. Компьютерный ПУ представляет собой планшетный компьютер с относительно большим (10"/25,4 см) сенсорным экраном. Такой экран позволяет оператору легко контролировать состояние аппарата и при необходимости вводить всю необходимую информацию для выполнения исследования МЖ.

Сенсорная панель компьютерного пульта управления позволяет оператору осуществлять управление аппаратом касанием пальца или специально прилагающимся пером. В процессе работы в медицинском учреждении оператор (лаборант) использует ПУ в основном для визуального контроля состояния маммографа и для смены его режимов работы.

Отображение состояния аппарата на компьютерном ПУ

- Большой экран ПУ позволяет вывести все необходимые индикаторы, отображающие текущее состояние аппарата (см. рис. 2).
- Интуитивно понятный интерфейс ПУ в комбинации со встроенной справочной системой позволяет оператору быстро обучиться управлению аппаратом. Например, в случае затруднений в интерпретации показаний любого инди-



Рис. 2. Экран компьютерного пульта управления аппаратом «Маммо-Р»

катора, оператор нажатием на него вызывает справочное сообщение с подробным объяснением предназначения данного индикатора и его текущего состояния.

- Любое нештатное состояние аппарата отображается мигающей красной надписью на ПУ «Не готов», привлекая внимание персонала.

Выбор режима работы аппарата

- ПУ позволяет осуществлять выбор режима экспозиции: «автоматический», «полуавтоматический» и «ручной».
- ПУ позволяет хранить неограниченное число программ для различных сочетаний экран/пленка. Каждой комбинации «экран/пленка» присваивается собственное имя (например, «AGFA MR HD/HDR-C»), что сильно облегчает оператору выбор нужной комбинации при изменении типа экрана и пленки. Кроме предустановленных программ ПУ позволяет ввести любое число дополнительных.
- В ПУ имеется возможность подстройки плотности почернения пленки в диапазоне от $\pm 70\%$ от заданной. По умолчанию установлено 15 степеней плотности почернения. При необходимости имеется возможность изменить число степеней. Также можно управлять величиной изменения плотности почернения при переходе на следующую ступень.
- Имеются режимы автоматического и ручного снятия компрессии и освобождения МЖ после экспозиции.
- Имеется режим серийной съемки – заданной последовательности проекций; позволяет автоматически перемещать штатив в нужное положение для выполнения следующей проекции в серии. ПУ отображает название текущей проекции и наименование серии. ПУ позволяет хранить неограниченное число серий. Данная функция особенно полезна при проведении скрининговых маммографических исследований. Кроме предустановленных серий лаборант может ввести в ПУ дополнительные, отвечающие его потребностям.

Контроль работы аппарата

- Контроль и диагностика неисправности или некорректного использования аппарата с подробным объяснением ошибки и/или неисправности.
- Контроль продолжительности экспозиции:
 - при отключении высокого напряжения раньше расчетного значения (мАс) или раньше расчетного порога срабатывания экспониметра на экран выдается сообщение о недостаточной экспозиции;
 - автоматическое увеличение значения анодного тока при установке больших значений миллиампер в секунду с целью сокращения времени экспозиции.
- Автоматическая подстройка режимов работы при смене принадлежностей.
- Запрет оператору на изменение параметров экспозиции при переходе в автоматический режим работы системы контроля экспозиции.
- Автоматическое переключение рентгеновской трубки на работу с малым фокусом при установке столика для съемки с увеличением.
- Запрет экспозиции при отсутствии кассеты, кассетодержателя.
- Контроль облучения кассеты: запрет на повторное облучение уже экспонированной кассеты с пленкой.

Другие особенности ПУ

- Расчет индивидуальной эффективной дозы облучения пациента в соответствии с методикой МУК 2.6.1.1797-03.
 - Наличие счетчика общего числа снимков, сделанных на аппарате. Возможность его обнуления с запоминанием даты и времени обнуления счетчика.
 - Возможность смены языка пользовательского интерфейса ПУ. Сейчас интерфейс реализован на русском и английском языках. По требованию заказчика можно увеличить число языковых модулей.
 - Возможность смены графического оформления интерфейса ПУ. В данной модификации предлагаются 4 вида, из которых лаборант может выбрать любой по желанию.
 - Отображение текущего времени и даты.
- Кроме компьютерного ПУ в комплект поставки аппарата МАММО-Р входит следующее оборудование:
- ширма рентгенозащитная (0,5 мм в свинцовом эквиваленте) с пультом управления;
 - защитный экран для лица;
 - комплект компрессионных пластин;
 - комплект для съемки с увеличением;
 - комплект для прицельной съемки;
 - комплект для маркировки пленки;
 - кассетодержатель с подвижной отсеивающей решеткой 18x24 см;
 - кассетодержатель 18x24 см для съемки без рас-тра (по отдельному заказу);
 - кассетодержатель с подвижной отсеивающей решеткой 24x30 см (по отдельному заказу).

Основываясь на первом опыте эксплуатации серийных аппаратов в медицинских учреждениях с конца 2008 г., можно с уверенностью сказать, что аппарат успешно справляется с основной своей задачей – выполнением скрининговых и диагностических маммографических исследований.

Со своей стороны, мы продолжаем делать все возможное, чтобы этот аппарат долгое время был удобным и надежным помощником в работе, также, как и его последующая цифровая версия и вариант с биопсией.

В частности, ЗАО «РЕНТГЕНПРОМ» может предложить созданный нами электронный архив для улучшения работы маммологического кабинета, работающего как с аппаратами нашего производства, так и с установками других изготовителей. При этом важно, что данные аппараты могут быть как пленочными, так и цифровыми обоих типов: DR и CR.

*Александр Жанович Атачкин,
нач. конструкторского отдела,
Алексей Николаевич Гуржиев,
директор,
Сергей Николаевич Гуржиев,
канд. физ.-мат. наук,
исполнительный директор,
Владимир Андреевич Добрицкий,
инженер-конструктор,
Сергей Анатольевич Зимин,
нач. отдела электроники и автоматики,
Максим Геннадиевич Кириченко,
исполнительный директор,
Александр Валерьевич Кострицкий,
нач. отдела программного обеспечения
и математического моделирования,
Владимир Петрович Новиков,
нач. участка цифровых матричных детекторов,
ЗАО «Рентгенпром»,
г. Москва,
e-mail: atachkin@roentgenprom.ru*
