

А. В. КИПЕНСКИЙ, д-р. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»;

С. В. ЛИТВИНЕНКО, канд. техн. наук, фирма «РАДМИР» ДП АО
НИИРИ, Харьков;

Е. В. ХОМЕНКО, канд. техн. наук, ООО «РАДМИРМЕД», Харьков;

РЕНТГЕНОВСКИЕ КОМПЛЕКСЫ МАДИС И УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ULTIMA – ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ ПЕРЕДВИЖНЫХ МАММОГРАФИЧЕСКИХ КАБИНЕТОВ

Использование в передвижных маммографических кабинетах рентгеновских и ультразвуковых диагностических средств, предъявляет к ним дополнительные требования по функциональным возможностям, энергопотреблению, массогабаритным показателям и надежности. В работе, на основе анализа технических данных и режимов работы, показано, что этим требованиям удовлетворяют рентгеновские комплексы МАДИС и ультразвуковые комплексы ULTIMA, которые серийно выпускаются фирмой «РАДМИР» дочерним предприятием АО Научно-исследовательского института радиотехнических изобретений (г. Харьков).

Ключевые слова: маммография, методы и средства лучевой диагностики, передвижные маммографические кабинеты, рентгеновские и ультразвуковые комплексы, стандарт DICOM, сдвиговолновая эластография.

Введение. В последнее время при проведении скрининга по выявлению заболеваний молочной железы (МЖ) женского населения все большее значение приобретают методы лучевой диагностики: рентгеновская маммография (РМГ) и ультразвуковые исследования (УЗИ) [1, 2]. Первый метод предпочтителен для распознавания локального фиброза, различных новообразований, сгруппированных микрокальцинатов, второй – для распознавания кист, фиброаденом, липом. Эти взаимодополняющие методы исследований обеспечивают достаточной информацией врача-диагноста в широком спектре признаков заболеваний МЖ [3]. Однако проблема дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных заболеваний МЖ при сходной клинической картине остается нерешенной. Наиболее перспективным направлением совершенствования методов лучевой диагностики онкологических заболеваний МЖ сегодня считается эластография ультразвуковой сдвиговой волны, которая позволяет существенно расширить возможности врача за счет оценки жесткости (упругости) исследуемой ткани [4, 5].

В структуре МЖ под действием различных патологических процессов возникают значительные изменения, которые приводят к локальному увеличению плотности и снижению способности деформироваться при компрессии. Такие изменения механических свойств мягких биологических тканей давно служат врачам важным источником информации о состоянии этих тканей и связанных с ними физиологических систем. Однако пальпация МЖ является достаточно субъективной, а при небольших размерах образований или при их глубоком расположении вообще не информативна. Внедрение же эластографии в

значительной степени позволяют объективизировать и детализировать данные о плотности и эластичности ткани.

Несмотря на значительный технический прогресс в области совершенствования методов диагностики заболеваний МЖ, техническое оснащение учреждений здравоохранения Украины остается по-прежнему неудовлетворительным. В этой связи проведение скрининга по выявлению заболеваний МЖ женского населения становится целесообразным на основе передвижных маммографических кабинетов, оснащенных средствами лучевой диагностики. Такие кабинеты можно использовать как в больших городах, так и в малых населенных пунктах. Специфика использования технических средств для РМГ и УЗИ в передвижных маммографических кабинетах накладывает на эти средства дополнительные требования относительно массогабаритных показателей, энергопотребления, информативности, достоверности и надежности.

Целью настоящей работы является анализ технических данных и функциональных возможностей средств лучевой диагностики, которые серийно производятся фирмой «РАДМИР» ДП АО НИИРИ (г. Харьков) и могли бы использоваться в передвижных маммографических кабинетах для скрининга заболеваний молочной железы.

Рентгеновские комплексы МАДИС. Из всей рентгеновской аппаратуры, производимой фирмы «РАДМИР», для передвижных маммографических кабинетов наиболее подходит цифровой комплекс МАДИС, который является современным средством диагностики заболеваний МЖ [6].

Рентгенологическое изображение молочной железы чрезвычайно вариабельно и многогранно. При этом имеется множество симптомов, большинство из которых не патогномично только для рака. Прямыми рентгеновскими признаками рака МЖ является наличие тени самой опухоли и характерных для злокачественного заболевания кальцинатов.

Комплекс МАДИС был разработан с использованием передовой элементной базы и цифровых технологий получения маммограмм. В состав комплекса входят рентгеновское штативное устройство (РШУ) настольного типа (см. рис. 1) и персональный компьютер (ПК) стандартной комплектации.

Основные технические данные комплекса МАДИС приведены в табл. 1.



Рис. 1 – Рентгеновское штативное устройство комплекса МАДИС

Таблица 1 – Основные технические данные комплекса МАДИС

Наименование параметра	Ед. изм.	Значение
Размеры рабочего поля	мм	180 × 240
Предел пространственного разрешения	пар линий/мм	7,0
Динамический диапазон, не менее	раз	100
Напряжение рентгеновской трубки (шаг установки 1 кВ),	кВ	28-40
Ток рентгеновской трубки, не более	мкА	200
Диапазон задаваемой длительности экспозиции (с шагом 0,1 с),	с	0,1-8,0
Напряжение питания	В	220 ± 22
Частота напряжения питания	Гц	50
Мощность, потребляемая РШУ, не более	ВА	600
Масса РШУ, не более	кг	45

Структурная схема комплекса МАДИС приведена на рис. 2. Принцип его работы состоит в следующем. При выполнении снимка рентгеновское излучение (РИ), пройдя через исследуемый объект (ИО), поступает на рентгенолюминоесцентный экран (РЛЭ), где преобразуется в видимое изображение. С помощью объектива теневое изображение МЖ фокусируется на фоточувствительную поверхность ПЗС-матрицы, в элементах которой свет преобразуется в зарядовые пакеты.

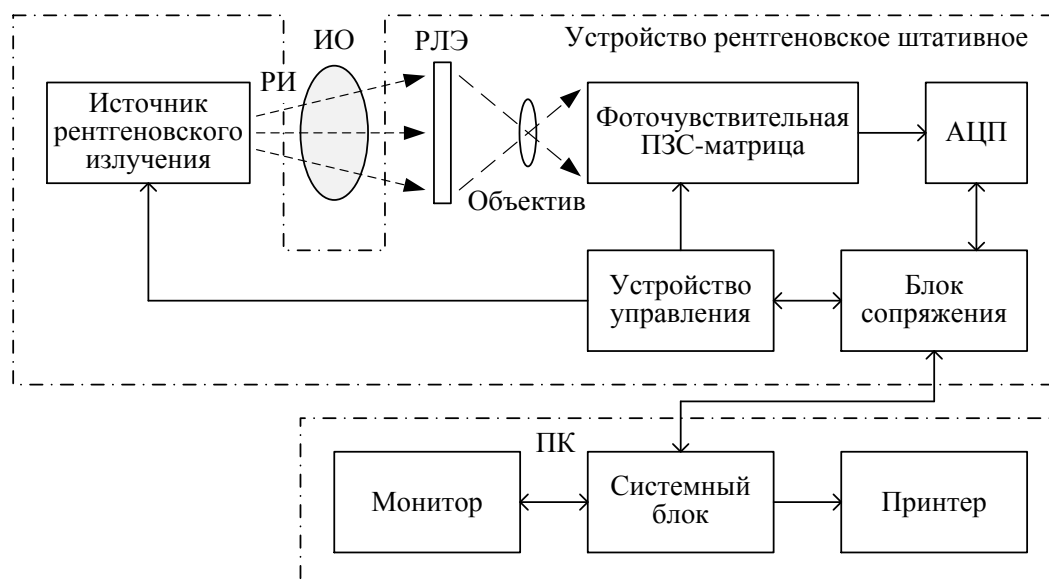


Рис. 2 – Структурная схема комплекса МАДИС

Величина накопленного заряда пропорциональна освещенности элемента. Потенциальный рельеф, несущий информацию о теневом изображении МЖ, считывается из ПЗС-матрицы, преобразуется в цифровые сигналы с помощью АЦП и поступает в память блока сопряжения. Далее эта информация

пересылается в системный блок ПК и выводится на экран монитора.

Известно, что основным недостатком приемника рентгеновского излучения на ПЗС-матрице является потеря световой энергии при переносе изображения с усиливающих рентгеновских экранов на ПЗС-матрицу [7]. Однако в приемниках комплекса МАДИС применены специально разработанные светосильные объективы, которые в сочетании с современными высокоэффективными РЛЭ и ПЗС-матрицами обеспечивают квантовую эффективность детектирования, близкую к эффективности детектирования на плоских панелях (т.е. потери энергии в приемниках, изготовленных по различным технологиям соизмеримы). Это обеспечивает высокую диагностическую ценность рентгеновских снимков МЖ при приемлемой лучевой нагрузке на пациента.

Применение в рентгеновском излучателе комплекса МАДИС маломощной микрофокусной рентгеновской трубки позволило существенно улучшить конструкцию РШУ, его массогабаритные показатели, снизить энергопотребление. Все это способствует применению комплексов в передвижных маммографических кабинетах. Еще одним преимуществом использования маломощной рентгеновской трубки является то, что мощность рассеянного излучения при выполнении рентгеновского снимка в пространстве, окружающем комплекс, также относительно невелика и зависит в основном от рассеивающих свойств исследуемого объекта, размещенного в рабочем пучке [6].

Пространственное распределение изодозовых кривых рассеянного излучения, образующегося при использовании маммографического фантома Gammex RMI 156, установленного на столе пациента РШУ, представлено на рис. 3. Измерения выполнялись дозиметром ДКС АТ 1123 в рабочей полусфере комплекса при анодном напряжении рентгеновской трубки 36 кВ и усреднены. В нерабочей полусфере уровень мощности дозы при выполнении рентгеновского снимка близок естественному фону. Начало координат сетки на рисунке совмещено с внешней кромкой стола пациента. Шаг координатной сетки – 10 см, размерность значений мощности дозы, указанных на изолиниях, – мкЗв/час.

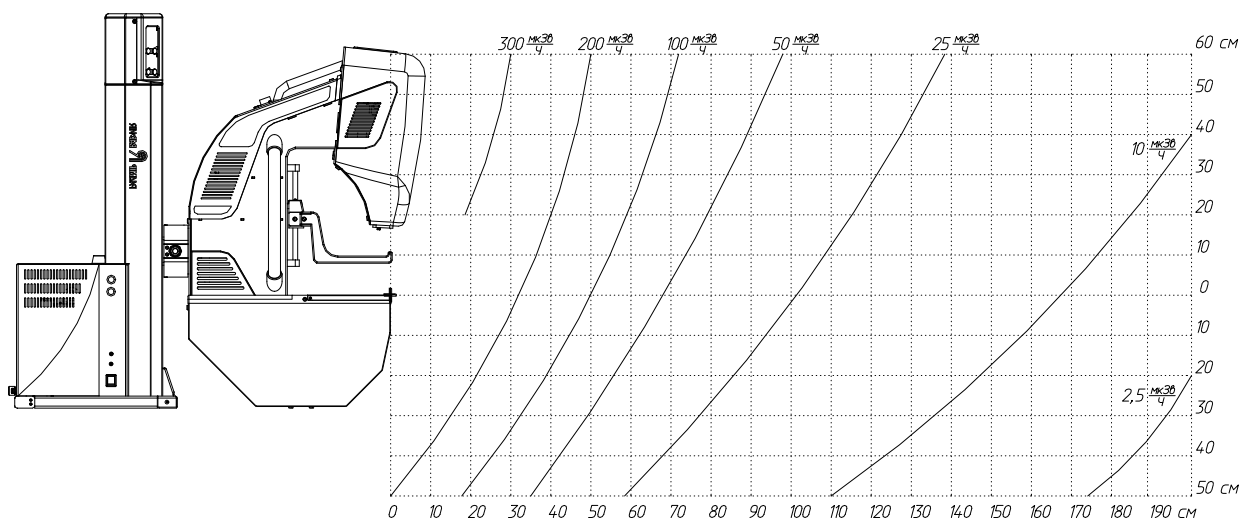


Рис. 3 – Пространственное распределение изодозовых кривых рассеянного излучения в рабочей полусфере РШУ комплекса МАДИС

Несмотря на относительно небольшие значения мощности дозы рассеянного излучения в рабочей полусфере (рис. 3), между РШУ и рабочим местом рентгенлаборанта следует разместить рентгенозащитную ширму со свинцовым эквивалентом не менее 0,35 мм Рb, а пациентам необходимо применять индивидуальные средства защиты: юбку и воротничок для защиты щитовидной железы.

Устройство управления комплекса МАДИС в совокупности с рабочей программой формируют команды для задания длительности экспозиции, обеспечивают визуализацию снимков, а также повышают их диагностическую ценность за счет цифровой обработки изображения (коррекция яркости, контраста, фильтровая обработка для повышения «резкости», изменение масштаба, определение геометрических параметров образований, позитив-негатив, поворот на угол кратный 90°, режим «лупа» и др.).

В свете развития телемедицины (дистанционное оказание медицинской помощи, обмен специализированной информацией и т.д.) [8, 9] в комплексе МАДИС с помощью разработанного программного обеспечения предусмотрен режим для создания, хранения, передачи и визуализации медицинских изображений и документов обследованных пациентов в отраслевом стандарте DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Кроме того, при необходимости, полученные маммограммы могут быть предоставлены пользователю в стандартных форматах Bitmap Picture (Bmp) и Joint Photographic Experts Group (Jpeg).

При выборе режима работы комплекса МАДИС в стандарте DICOM пользователю предоставляется возможность заполнения сервисных полей (см. рис. 4).

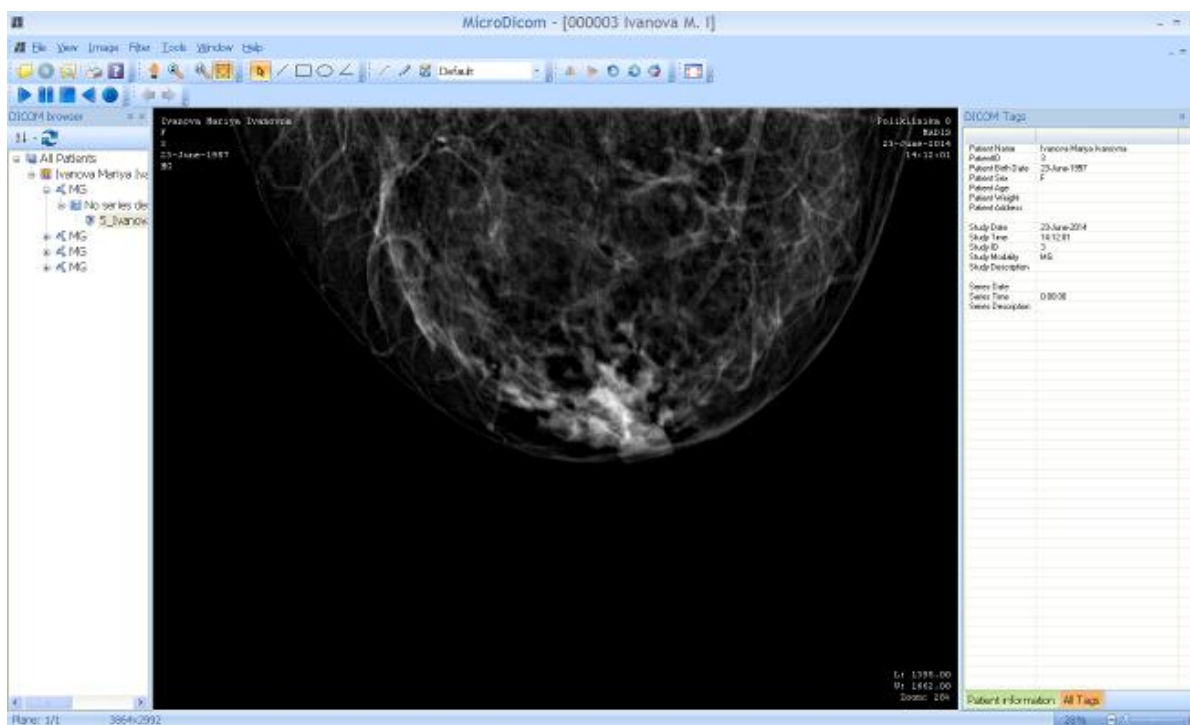


Рис. 4 – Сервисные поля при визуализации маммограммы на стандарте DICOM

Результаты анализа технических данных и функциональных возможностей комплекса МАДИС показывают, что он вполне может быть использован в передвижных маммографических кабинетах.

Ультразвуковые комплексы ULTIMA. В неясных случаях, случаях клинико-рентгенологического расхождения, при высокой рентгенплотности ткани МЖ следует применять УЗИ молочной железы, которое осуществляется датчиками с частотой сигнала 7,5 МГц или 10 МГц. Анализ технических данных и функциональных возможностей цифровых ультразвуковых диагностических комплексов серии ULTIMA, которые серийно производятся фирмой «РАДМИР» ДП АО НИИРИ [10], показал, что наилучшим вариантом для передвижных маммографических кабинетов является малогабаритный ультразвуковой сканирующий прибор ULTIMA SM (см. рис. 5).

Этот прибор позволяют осуществлять одномерную (М-режим) и двумерную (В-режим) визуализацию, сочетание этих режимов: М/М, В/М, В/В, визуализацию и измерение параметров кровотока, визуализацию кривой ЭКГ, автоматическое измерение параметров доплерограмм в режиме реального времени, повышение чувствительности прибора путем автоматического регулирования частоты, кинопетлю до 1024 кадров в В-режиме и до 800 в М-режиме, формирование изображений в стандарте DICOM.

Кроме приведенных выше функций прибор ULTIMA SM обеспечивает цветное доплеровское картирование кровотока, энергетическое доплеровское картирование, комбинацию двух режимов на экране монитора – В-режим и В-режим с цветным доплеровским картированием в реальном времени, а также трехмерную визуализацию 3D.

Ультразвуковые комплексы фирмы «РАДМИР» комплектуются конвексным, линейным, эндокавитальным, кардиологическим и другими датчиками, обеспечивающими обследование не только МЖ, но и других органов и тканей человека. В базовом комплекте прибора ULTIMA SM имеются датчики: L5-10/40 EP – линейный с длиной активной части 40 мм и диапазоном частот 5-10 МГц; С1-5/60 – конвексный с радиусом поверхности 60 мм и диапазоном частот 2-5 МГц. Эта пара датчиков служит минимальным набором при обследовании МЖ. При необходимости, прибор может быть доукомплектован линейным датчиком с рабочей зоной шириной 60 мм и линейным датчиком с повышенной разрешающей способностью, как продольной, так и поперечной. Это достигается увеличением количества элементов в датчике – до 192, а также расширением рабочей полосы частот до 5-12 МГц [10]. Дополнительные технические данные прибора ULTIMA SM приведены в табл. 2.



Рис. 5 – УЗ прибор ULTIMA SM

Таблица 2 – Дополнительные технические данные прибора ULTIMA SM

Наименование параметра	Ед. изм.	Значение
Глубина зондирования	мм	340
Общий динамический диапазон сканера, не менее	дБ	263
Визуальный динамический диапазон	дБ	25-115
Количество цифровых каналов обработки сигналов	шт.	4608
Напряжение питания	В	220 ± 22
Частота напряжения питания	Гц	50
Мощность, потребляемая прибором, не более	ВА	200
Масса прибора, не более	кг	13,5

Все ультразвуковые диагностические комплексы серии ULTIMA имеют унифицированную схему (см. рис. 6), в составе которой можно выделить ультразвуковые (УЗ) преобразователи, которые через порты 1-3 подключаются к сигнальному процессору, пульт управления, электрокардиографический (ЭКГ) блок, блок питания (на рис. 6 не показан) и встроенный персональный компьютер (ПК), подключенный к монитору, принтеру и имеющий выход для подключения к локальной сети.

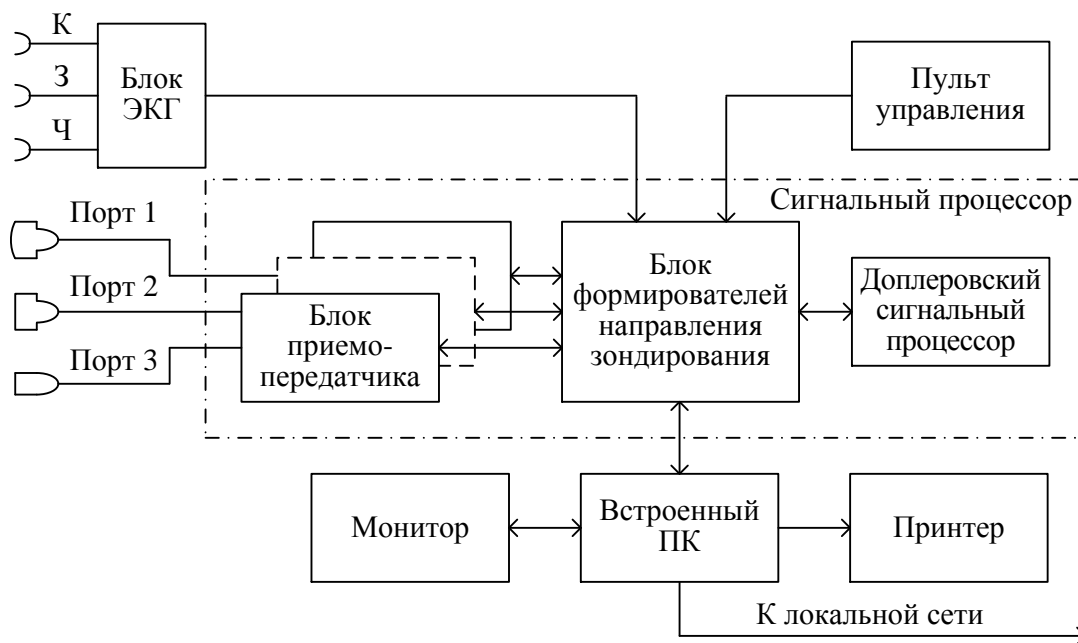


Рис. 6 – Структурная схема комплекса серии ULTIMA

В составе сигнального процессора могут быть выделены блок приемопередатчика, блок формирователей направления зондирования и доплеровский сигнальный процессор.

УЗ преобразователи обеспечивают излучение сфокусированных импульсных пучков волн вдоль выбранной совокупности направлений зондирования в плоскости сканирования и прием отраженных волн одновременно 32 или 64 каналами. Путем последовательного изменения управляющих сигналов

осуществляется изменение направления зондирования и УЗ преобразователь обеспечивает обследование ткани во всей площади сканирования. Изменение направления сканирования осуществляется за счет перемещения рабочей апертуры фазированных решеток.

Разработанное программно-математическое обеспечение позволяет также осуществлять сканирование с заданным наклоном направлений зондирования с одновременным фокусированием отраженных УЗ пучков волн. Волны, отраженные ото всех направлений зондирования, преобразуются в рабочих элементах фазированных решеток в электрические сигналы. В блоке формирователей направления зондирования из этих сигналов путем дискретизации и кодирования получают цифровые сигналы УЗ отклика сразу для четырех направлений приема на каждое направление зондирования. Для каждого из этих направлений реализована двухчастотная обработка сигналов отклика, что существенно повышает качество изображения. С этой же целью используется и технология многоакурсного сканирования. И, наконец, этот блок поддерживает режим синтезированной апертуры, при котором раздельно во времени формируются две 64-элементные подапертуры приема, что обеспечивает 9216 виртуальных каналов обработки информации.

Амплитуда и фаза сигналов УЗ отклика несут информацию о пространственном распределении неоднородностей в тканях, а также об их движении. Эта информация после соответствующей обработки сигналов отклика передается во встроенный ПК. Здесь формируются растровые изображения (рис. 7) для отображения на экране монитора, для создания твердой копии на принтере или для передачи в локальную сеть.

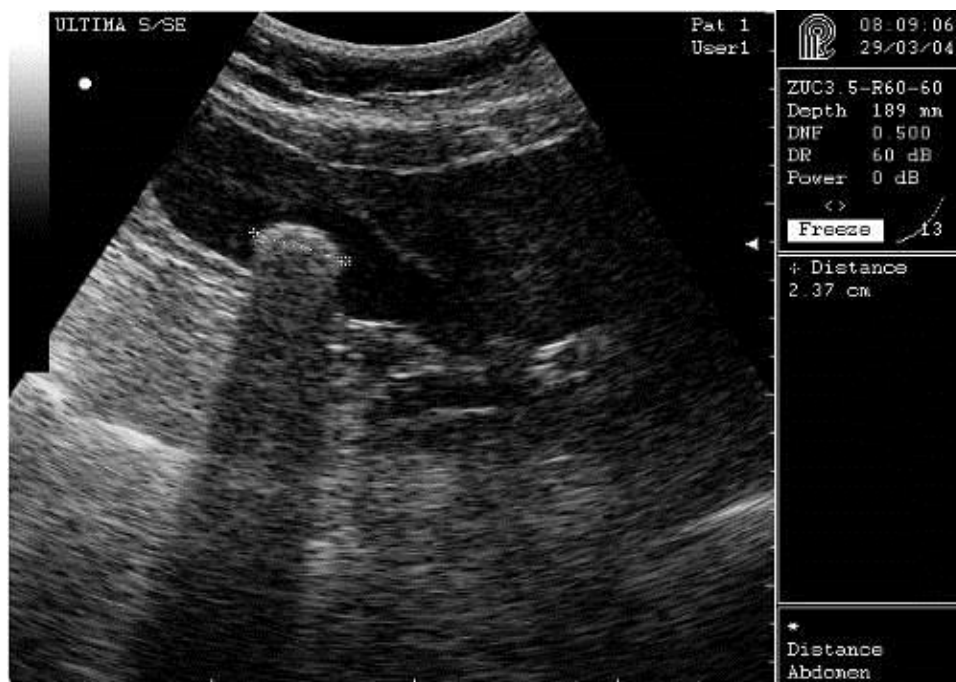


Рис. 7 – Эхограмма молочной железы

Кроме того, комплекс ULTIMA SM оснащен мощной диагностической системой оценки в реальном времени жесткости тканей путем расчета их модуля Юнга по методу сдвиговой волны эластографии. Метод сдвиговой волны эластографии основан на создании радиационного давления на ткани с помощью мощного ультразвукового импульса и последующей оценки модуля Юнга по скорости распространения сдвиговой волны на заданной глубине.

Как известно [11], жесткость различных видов тканей и новообразований в органах (в т.ч. МЖ) имеет разные величины. В табл. 3 для примера приведены значения модуля Юнга для различных видов тканей МЖ. Информативность сдвиговой волны эластографии обусловлена тем, что большинство злокачественных образований имеют более жесткую структуру, чем окружающие ткани и доброкачественные опухоли. В то же время на обычном ультразвуковом изображении они иногда практически не различимы. Сдвиговая эластография наиболее эффективна и в тех случаях, когда опухоли относительно невелики по размерам, т.е. находятся на ранней стадии заболевания. По мнению ряда исследователей сдвиговая эластография позволит избежать необходимости взятия биопсийной пробы более чем в 15 % случаев обнаружения жестких образований.

Таблица 3 – Значения модуля Юнга для тканей молочной железы

Тип мягкой ткани МЖ	Модуль Юнга (Е в кПа)
Нормальная жировая (normal fat)	18-24
Нормальная гранулированная (normal granular)	28-66
Фиброзная ткань (fibrous tissue)	96-244
Карцинома (carcinoma)	22-560
Нормальная ткань передней поверхности (normal anterior)	53-63
Нормальная ткань задней поверхности (normal posterior)	62-71

В результате анализа картина распределения жесткости отображается на экране монитора в серой шкале или определенными цветами. Более жесткие структуры тканей, как правило, окрашиваются оттенками синего цвета. Легко сжимаемые эластичные участки маркируются красной цветовой шкалой. Для реализации принципов сдвиговой волны эластографии был разработан программный модуль «ЭЛАСТО», который индивидуально устанавливается и тестируется на каждом выпускаемом ультразвуковом диагностическом приборе или на отдельном ультразвуковом модуле.

После выполнения ультразвукового обследования МЖ получают эхограммы (общий вид эхограммы приведен на рис. 7) и врачом лучевой диагностики заполняется протокол, содержащий следующие сведения:

- оценка соотношения тканей, формирующих МЖ;
- степень четкости дифференциации тканей;
- состояние паренхимы и желчных протоков;

– наличие образований или участков (зон) с нарушенной эхоархитектоникой;

– эхографическое описание выявленных изменений.

Для подготовки протоколов и заключений все комплексы ULTIMA обладают встроенными автоматизированными средствами.

Выводы. Анализ технических данных, характеристик и функциональных возможностей таких средств лучевой диагностики как цифровые рентгеновские комплексы МАДИС и ультразвуковые приборы ULTIMA SM, которые серийно производятся фирмой «РАДМИР» ДП АО НИИРИ, показал, что они могут эффективно использоваться для скрининга по выявлению заболеваний молочной железы женского населения Украины. Целесообразность использования указанных комплексов и приборов обусловлена, прежде всего, тем, что результаты обследования в виде изображений биологических мягких тканей высокого качества, полученные с их помощью, обладают большой достоверностью и информативностью, и позволяют выявлять широкий спектр признаков на ранних стадиях заболеваний молочной железы. Хорошие массогабаритные показатели диагностических средств и незначительное энергопотребление позволяют использовать их не только в стационарных, но и в передвижных маммографических кабинетах.

Список литературы: 1. *Beverley E. Practical Digital Mammography / Beverley E. Hashimoto. / New York, Stuttgart: Thieme, 2008. – 207 p.* 2. *Заболотская Н.В.* Комплексное ультразвуковое исследование молочных желез / *Заболотская Н.В., Заболотский В.С. // Sonoace International Русская версия, 2000. – № 6. – С. 86-92.* 3. *Березин С. А.* Место ультразвукового исследования в комплексном инструментальном обследовании молочных желез / *Березин С. А. [и др.] // Современная лучевая диагностика и лучевая терапия. Материалы научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Б. К. Шарова, 31 октября 1997 г. Челябинск, 1997. – С. 13-15.* 4. *Urban M. W.* Review of Vibro-acoustography and its Applications in Medicine. / *Urban M. W., Alizad A., Aquino W., W Greenleaf W., FatemiCurr M. A. / Med. Imaging Rev. Author manuscript, 2012.* 5. *Wu Z. Taylor L. S.* Sonoelastographic imaging of interference patterns for estimation of the shear velocity of homogeneous biomaterials Phis. / *Wu Z. Taylor L. S., Rubens D. J., Parker K. J. / Med. Biol. 49, pp. 911-922, 2004.* 6. *Хоменко Е. В.* Рентгеновский маммографический цифровой комплекс МАДИС // *Вестник рентгенлаборантов и рентгентехнологов №4 (10). – 2006. – С. 7-9.* 7. *Вейн Ю. А.* Сравнительный анализ технологии построения цифровых детекторов рентгеновских изображений / *Вейн Ю. А. Мазуров А. И. // Медицинская техника. – 2008. – № 5 (521).* 8. *А. В. Купенский.* Использование информационно-коммуникационных технологий в биотелеметрии / *А. В. Купенский, Е. И. Король, Р. С. Томашевский, Е. Ю. Демидова // Тези доповідей ХХ Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». – Харків: НТУ «ХПІ», 2012. – Ч. IV. – С. 215-216.* 9. *К. В. Колесник.* Особенности применения GSM/GPRS -связи в телемедицинском скрининге / *К. В. Колесник, М. А. Шишкин, А. В. Купенский, Е. И. Сокол // Труды XV международной научно-практической конференции «Современные информационные и электронные технологии». – Одесса, 2014. – Т. 1. – С. 199-200.* 10. *Марусенко А. И.* Ультразвуковые комплексы ULTIMA в составе маммографического кабинета / *Марусенко А. И. Костырев С. Ю. // Медтехника. Лекарства. Изделия медназначения. – 2007. – № 2 (12).* 11. *Осипов Л. В.* Технологии эластографии в ультразвуковой диагностике. Обзор // *Медицинский алфавит. Диагностическая радиология и онкотерапия. – 2013. – № 3-4. – С. 5-21.* 12. *Рожкова Н. И. и др.* Соноэластография в диагностике злокачественных и доброкачественных заболеваний молочных желез // *Вестник Российской Ассоциации Радиологов. – 2009. – № 1. – С. 19-23.*

Bibliography (transliterated): 1. Beverley E. Hashimoto. Practical Digital Mammography, New York, Stuttgart: Thieme, 2008. 207. 2. Zabolotskaja N. V., Zabolotskij V. S. Kompleksnoe ul'trozvukovoe issledovanie molochnyh zhelez . Sonoace International Russkaja versija. 2000. 6. 86-92. 3. Berezin S. A. [i dr.] Mesto ul'trazvukovogo issledovanija v kompleksnom instrumental'nom obsledovanii molochnyh zhelez. Sovremennaja lučevaja diagnostika i lučevaja terapija. Materialy nauchno-praktičeskoj konferencii, posvjashhennoj pamjati professora B. K. Sharova, 31 oktjabrja 1997 g. Cheljabinsk, 1997. 13-15. 4. Urban M. W., Alizad A., Aquino W., W Greenleaf W., FatemiCurr M. A. Review of Vibro-acoustography and its Applications in Medicine. Med. Imaging Rev. Author manuscript. 2012. 5. Sonoelastographic imaging of interference patterns for estimation of the shear velocity of homogeneous biomaterials Phis. Med. Biol. 49. 911-922. 2004. 6. Homenko E. V. Rentgenovskij mammograficheskiy cifrovoj kompleks MADIS. Vestnik rentgenlaborantov i rentgentehnologov. No. 4 (10). 2006. 7-9. 7. Vejp Ju. A. Mazurov A. I. Sravnitel'nyj analiz tehnologii postroenija cifrovych detektorov rentgenovskih izobrazhenij. Medicinskaja tehnika. 2008. No. 5 (521). 8. A. V. Kipenskiy, E. I. Korol', R. S. Tomashevskij, E. Ju. Demidova Ispol'zovanie informacionno-kommunikacionnyh tehnologij v biotelemetrii. Tezi dopovidej XH Mizhnarodnoï naukovopraktičnoï konferencii «Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, tehnologija, osvita, zdorov'ja». Kharkiv: NTU «HPI». 2012. Ch. IV. 215-216. 9. K. V. Kolesnik, M. A. Shishkin, A. V. Kipenskiy, E. I. Sokol. Osobennosti primenenija GSM/GPRS -svjazi v telemedicinskom skrininge. Trudy HV mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii «Sovremennye informacionnye i jelektronnye tehnologii». Odessa. 2014. V.1. 199-200. 10. Marusenko A. I. Kostyrev S. Ju. Ul'trazvukovye komplekсы ULTIMA v sostave mammograficheskogo kabineta. Medtehnika. Lekarstva. Izdelija mednaznachenija. 2007. No. 2 (12). 11. Osipov L. V. Tehnologii jelastografii v ul'trazvukovoj diagnostike. Obzor. Medicinskij alfavit. Diagno-sticheskaja radiologija i onkoterapija. 2013. No. 3-4. 5-21. 12. Rozhkova N. I. i dr. Sonojelastografija v diagnostike zlokachestvennyh i dobrokachestvennyh zabelevanij molochnyh zhelez. Vestnik Rossijskoj Asociacii Radiologov. 2009. No 1. 19-23.

Надійшла (received) 05.07.2014

УДК 654.9:615.8

М. А. ШИШКИН, канд.техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»;

К. В. КОЛЕСНИК, канд.техн. наук, НТУ «ХПИ»;

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ СЖАТИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ЗАДАЧ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ

Представлена сравнительная оценка различных методов сжатия биометрических сигналов, таких как ЭКГ, ЭЭГ и им подобных для задач передачи телемедицинской информации в условиях ограниченной пропускной способности каналов связи. Проведен сравнительный анализ методов сжатия телеметрической информации, таких как: дискретное косинусное преобразование первого и второго типов, дискретное синусное преобразование, быстрое преобразование Фурье и Вейвлет преобразование, и даны рекомендации по эффективности их применения для задач обработки биометрических сигналов.

Ключевые слова: телемедицина, передача данных, методы сжатия биологических сигналов, Вейвлет-преобразование.

Введение. Сегодняшняя трактовка понятия телемедицины звучит как направление медицины, основанное на использовании компьютерных и

© М. А. ШИШКИН, К. В. КОЛЕСНИК, 2014