

Дифференциальная диагностика опухолей молочных желез на основе данных радиотермометрии

В.И. Видюков¹, Ч.К. Мустафин¹, Р.А. Керимов², Л.Н. Фишер³

¹ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Минздрава России; Россия, 125993, Москва, ул. Баррикадная, 2/1;

²ФГБУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; Россия, 115478, Москва, Каширское шоссе, 23;

³ГБУЗ г. Москвы «Онкологический диспансер № 5 Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 109451, Москва, Перервинский бульвар, 5, корп. 1

Контакты: Владимир Иванович Видюков viduk32@ya.ru

Представлен метод дифференциальной диагностики опухолей молочных желез по данным радиотермометрии на основе разработанного нами способа диагностики (Патент № 2532372 от 5 сентября 2014 г.). Методом радиотермометрии обследованы 119 пациенток со злокачественными опухолями, 53 больные с доброкачественными опухолями молочных желез и 60 женщин без поражения молочных желез. Данные получены в 3 учреждениях: РМАПО, РОНЦ им. Н.Н. Блохина и Онкологическом диспансере № 5 г. Москвы. С помощью микроволнового радиотермометра проводилось измерение внутренней температуры и температуры кожи в 9 симметричных точках каждой молочной железы. На основе полученных данных предложены количественные критерии, при использовании которых обеспечивается дифференциальная диагностика опухолей молочных желез с высокой специфичностью.

Ключевые слова: опухоли молочных желез, дифференциальная диагностика, микроволновая радиотермометрия

DOI: 10.17650/1994-4098-2016-12-1-26-31

Differential diagnosis of breast tumors on the basis of radiothermometric findings

V.I. Vidyukov¹, Ch.K. Mustafin¹, R.A. Kerimov², L.N. Fisher³

¹Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Ministry of Health of Russia; 2/1 Barrikadnaya St., Moscow, 125993, Russia;

²N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Ministry of Health of Russia; 23 Kashirskoe Shosse, Moscow, 115478, Russia;

³Oncology Dispensary No 5, Moscow Healthcare Department; Build. 1, 5 Perervinskiy Boulevard, Moscow, 109451, Russia

The paper presents a method for the differential diagnosis of breast tumors in accordance with radiothermometric findings, which is based on the authors' developed diagnostic technique (Patent No. 2532372 dated 5 September 2014). The radiometric method was used to examine 119 patients with malignant breast tumors, 53 patients with benign breast tumors, and 60 women without breast involvement. The data were obtained in 3 institutions: the Russian Medical Academy of Postgraduate Education, the N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, and Moscow Oncology Dispensary Five. A microwave radiothermometer was used to measure core and skin temperatures in 9 symmetrical points of each breast. Using the findings as a basis, the authors proposed quantitative criteria that ensured that breast tumors should be differentially diagnosed with high specificity.

Key words: breast tumors, differential diagnosis, microwave radiothermometry

Введение

Исследование молочных желез — одна из актуальных проблем современной лучевой диагностики. В большинстве стран мира рак молочной железы занимает 1-е место среди онкологических заболеваний у женщин. Единственным путем успешного снижения смертности от рака молочной железы в настоящее время является улучшение ранней диагностики, которая включает в себя дифференциальную диагностику доброкачественных и злокачественных опухолей молочных желез. Точная ранняя дифференциальная диагностика позволяет своевременно начать адекватное лечение.

Общепринятое стандартное обследование пациенток с заболеваниями молочных желез включает: кли-

нический осмотр, рентгеновскую маммографию в сочетании со специальными методиками, ультразвуковое исследование (УЗИ) молочных желез, особенно в возрастной группе до 35 лет, в случае необходимости — диагностическую пункцию. В последние годы широкое применение высокотехнологических диагностических методов привело к резкому увеличению случайно выявленных образований, требующих дальнейшей квалифицированной дифференциальной диагностики. Так, при маммографии до 25 % опухолей отнесены к разряду «сверхдиагностики», которая увеличивает стоимость диагностических исследований, но не приносит пользу пациентке, так как выявленное заболевание не угрожает ее здоровью [1]. Многочисленные

биопсии в результате скрининговой маммографии выявляют доброкачественные изменения и не являются необходимыми. Кроме того, они приводят к рубцовым изменениям в молочной железе, которые, определяясь на маммограммах, могут служить поводом для повторной биопсии.

На основании статистических данных в США установлено, что 8–9 из 10 биопсий по результатам маммографии оказываются отрицательными в отношении рака молочной железы [2, 3]. Таким образом, образуется значительная группа пациенток с ложноположительными результатами применяемых диагностических обследований. Это приводит к большому количеству ненужных биопсий, способствующих ложной тревоге и психологическим осложнениям у женщин.

Применение дополнительных методов визуализации (компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, позитронно-эмиссионная томография, сцинтиграфия) дает возможность улучшить ее качество. Однако указанные методы являются дорогостоящими и малодоступными либо имеют различные противопоказания, а некоторые из них могут давать большую лучевую нагрузку на пациенток.

Таким образом, для улучшения дифференциальной диагностики опухолей молочных желез желательно иметь неинвазивный, недорогой, доступный диагностический метод, высокоспецифичный в выявлении злокачественных опухолей.

В последние годы для диагностики опухолей молочных желез применяются термометрические методы, основанные на том, что при развитии опухоли повышаются энергозатраты и увеличивается тепловыделение. Данные методы являются неинвазивными и недорогими. В настоящее время для диагностики заболеваний молочных желез применяется метод радиотермометрии (РТМ) [4]. Если на ранних этапах развития метода измерялась только внутренняя температура, то сейчас в процессе исследования измеряется как внутренняя температура, так и температура кожи. Наиболее часто положительная оценка результатов термометрии дается в случае наличия на термограмме зон повышенной температуры. В зависимости от клинической формы заболевания молочной железы чувствительность метода достаточно высокая и составляет 84–90 % [5]. Следует отметить, что при доброкачественных изменениях в ткани молочной железы также могут наблюдаться зоны повышенной тепловой активности. В связи с этим актуальна разработка критериев, позволяющих выявлять злокачественные образования с высокой специфичностью при проведении дифференциальной диагностики опухолей молочных желез.

Для осуществления указанного метода используют радиотермометр, который неинвазивно измеряет температуру внутренних тканей и кожных покровов. При проведении измерений датчик с антенной-апли-

катором устанавливают на исследуемую точку. Через несколько секунд показания температуры регистрируются на экране компьютера. Затем проводят измерения в симметричной точке противоположной молочной железы. Измерения выполняют в 9 симметричных точках каждой молочной железы и в 2 опорных точках.

Задача нашей работы — создание объективного способа дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных опухолей молочных желез, обладающего высокой специфичностью.

Материалы и методы

Для реализации способа используют диагностический компьютеризированный радиотермометр РТМ-01-РЭС (микроволновый маммограф), позволяющий получать информацию о тепловых процессах во внутренних тканях. Метод РТМ основан на измерении собственного электромагнитного излучения тканей человека в микроволновом диапазоне длин волн (глубинная температура) и инфракрасном диапазоне (температура кожи). Данный прибор позволяет проводить измерения с использованием датчиков внутренней температуры на глубине нескольких сантиметров и кожной температуры. Применение в двухдиапазонном радиодатчике встроенной помехозащищенной антенны дает возможность одновременно измерять и внутреннюю температуру, и температуру кожи. Наличие автоматического ввода температуры и цифровой алгоритм обработки данных позволили сократить время измерения до 3–5 мин. В состав прибора входит также компьютер с программным обеспечением [6], которое производит визуализацию полученных результатов в виде полей температур и термограмм.

Диагностический микроволновый радиотермометр РТМ-01-РЭС зарегистрирован как изделие медицинской техники в России (регистрационное удостоверение ФСР 2007/01 307), апробирован по директиве Евросоюза 93/42/ЕСС как медицинское изделие класса 2а и имеет сертификат CE 09/0918/QS/NB.

Предлагаемый способ дифференциальной диагностики молочных желез на основе РТМ [7] характеризуется тем, что путем измерения электромагнитного излучения определяют внутреннюю и кожную температуру молочных желез в 9 симметричных точках с обеих сторон, рассчитывают среднюю температуру ткани молочных желез для каждого датчика, вычисляют разность между максимальной и средней температурами для каждой железы по каждому датчику. Полученные разности суммируют соответственно для правой и левой молочных желез. Из 2 полученных значений выбирают наибольшее (Q_{\max}). Определяют максимальное значение разности температур между отдельными симметричными точками правой и левой молочных желез для каждого датчика ($K_{\text{внут}}$ и $K_{\text{кож}}$).

Если номера этих точек совпадают, полученные величины суммируют ($K_{\text{внут}} + K_{\text{кож}} = R$). В случае если номера этих точек не совпадают, к максимальному значению K одного из датчиков прибавляют значение разности температур в симметричной точке между правой и левой термограммами второго датчика. Из 2 полученных значений выбирают максимальное (L_{max}). Если $Q_{\text{max}} > 2$ и $R > 2,5$ (при наличии точек совпадения) или $Q_{\text{max}} > 2$ и $L_{\text{max}} > 2,8$ (при отсутствии точек совпадения), диагностируется злокачественная опухоль молочной железы. В случае если указанные значения имеют место для одного критерия (Q_{max} или R , L_{max}), возможны как злокачественные, так и доброкачественные опухоли. Если значения данных критериев ниже указанных порогов, диагностируется доброкачественная опухоль.

Результаты

Способ является высокоэффективным и информативным. Он позволяет количественно оценить результаты термометрии с комплексным использованием датчиков внутренней и внешней температуры.

Предлагаемый метод прошел клинические испытания в 3 медицинских учреждениях. На кафедре радиологии и в клинике РМАПО были обследованы 49 пациенток с узловыми образованиями молочных желез, из них 28 — со злокачественными опухолями и 21 — с доброкачественными. В РОНЦ им. Н.Н. Блохина обследованы 73 пациентки со злокачественными опухолями и 12 больных с доброкачественными. В Онкологическом диспансере № 5 г. Москвы обследованы 18 пациенток со злокачественными опухолями и 20 — с доброкачественными. Всего обследованы 172 больные с узловыми поражениями молочных желез. Кроме того, проанализированы результаты обследования 60 женщин, у которых отсутствовали поражения молочных желез.

В таблице приведены результаты диагностических исследований опухолей молочных желез на основе предлагаемого способа.

Обсуждение

Выявление значительного количества злокачественных образований с высокой специфичностью дает

возможность отказаться от дальнейших диагностических методов (вариант 1, см. таблицу). Термограммы, в которых лишь один из показателей превышает пороговое значение (вариант 2, см. таблицу), могут принадлежать пациенткам как со злокачественными, так и с доброкачественными поражениями. В этих случаях требуются дополнительные исследования. Анализ термограмм 60 пациенток без поражения молочных желез показал, что только 1 из них по указанным критериям относится к группе, соответствующей варианту 2.

Количественный способ дифференциальной диагностики опухолей молочной железы, основанный на данных РТМ с использованием датчиков внутренней и кожной температуры, обладает высокой объективностью, так как в основе его лежат достоверные количественные критерии, характеризующие развитие опухолевого процесса, и дает возможность онкологу принимать обоснованное диагностическое решение при определении характера опухолевого процесса. Высокая специфичность метода позволяет для значительного числа обследуемых пациенток сделать окончательный диагностический вывод и не прибегать к дополнительным методам исследования, включая инвазивные вмешательства. Способ позволяет уточнить показания к секторальным резекциям, которые часто выполняются в диагностических целях.

Особенно важна возможность раннего выявления злокачественных и доброкачественных образований даже при наличии непальпируемого опухолевого узла малого размера (до 0,5 см), что дает возможность определить тактику ведения больных, планировать сроки оперативного вмешательства, использовать данный метод как скрининг-тест. Выявление опухолевых узлов молочных желез приобретает наибольшую значимость в случае невозможности проведения рентгеновской маммографии.

Данный способ позволяет максимально объективно оценить данные РТМ, на основании чего получен высокоэффективный диагностический метод. Это достигается за счет того, что для оценки данных РТМ помимо визуального анализа предлагаются количественные критерии, основанные на результатах измерения внутренних и кожных температур.

Результаты диагностических исследований методом РТМ

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Критерии $Q_{\text{max}} > 2$ и $R > 2,5$ При отсутствии точек совпадений: $Q_{\text{max}} > 2$ и $L_{\text{max}} > 2,8$ Диагностируется злокачественная опухоль Специфичность — 94 % Чувствительность — 42 % Вероятность определения злокачественного поражения — 94,3 %	Критерии $Q_{\text{max}} > 2$ при $R \leq 2,5$ или $Q_{\text{max}} \leq 2$ при $R \geq 2,5$ При отсутствии точек совпадений: $Q_{\text{max}} > 2$ при $L_{\text{max}} \geq 2,8$ или $Q_{\text{max}} \leq 2$ при $L_{\text{max}} \geq 2,8$ Диагностируется злокачественная опухоль Специфичность — 63 % Чувствительность — 71 % Вероятность определения злокачественного поражения — 60 %	Критерии $Q_{\text{max}} < 2$ и $R < 2,5$ При отсутствии точек совпадений: $Q_{\text{max}} < 2$ и $L_{\text{max}} < 2,8$ Диагностируется доброкачественная опухоль Специфичность — 96,4 % Чувствительность — 59 % Вероятность отсутствия злокачественного поражения — 90 %

На большом количестве статистически обработанного материала, полученного в результате патолого-анатомических исследований, впервые установлено, что для снижения числа ошибок дифференциальной диагностики злокачественных и доброкачественных опухолей молочных желез целесообразно использовать критерии, основанные на совокупности данных температур от 2 датчиков.

Рассмотрим клинические примеры.

Пример 1

Пациентка З., 33 года. По данным УЗИ в регионарных зонах молочных желез без очаговой патологии. Маммография: подозрение на рак левой молочной железы. Проведена диагностика по предлагаемому способу с использованием метода РТМ. На изображениях (рис. 1), полученных с помощью датчика внутренних температур, определено среднее значение температуры ткани молочных желез – 35,0 °С и максимальное значение температуры (верхний внутренний квадрант левой молочной железы, точка 2) – 35,7 °С. В соответствии с предла-

гаемым способом на изображениях, полученных с помощью кожного датчика, определяют среднее значение температуры – 34,1 °С, максимальное значение температуры в отдельной зоне – 35,5 °С (точка 2 для левой молочной железы). Величина превышения этого значения по отношению к среднему составляет 1,4 °С. Суммируем полученные значения для 2 датчиков: $Q_{max} = 0,7 + 1,4 = 2,1$. Определяем максимальное значение разности между отдельными симметричными точками левой и правой термограмм молочных желез для внутреннего и кожного датчиков. Данные величины составляют 1,3 и 2,3 в точке 2 для обоих датчиков. Сумма этих значений составляет $R = 3,6$ °С.

По значениям этих показателей ($Q_{max} > 2$ и $R > 2,5$) определяют злокачественное образование с высокой специфичностью. Гистология: рак левой молочной железы T1N0M0, I стадия.

Пример 2

Пациентка М., 43 года. По данным УЗИ имеет объемное образование, расположенное в верхнем наружном ква-

Поле внутренних температур

Шаг изотерм – 0,120 °С

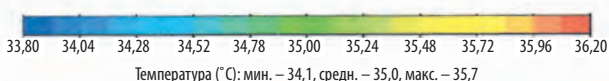
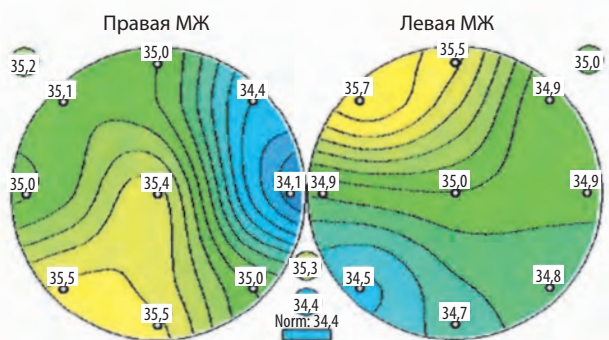


Схема обследования:

○ – правая МЖ 9 ПЛУ 8 1 2 ПМЖ ЛМЖ 2 1 8 9 × – левая МЖ 7 0 3 3 4 6

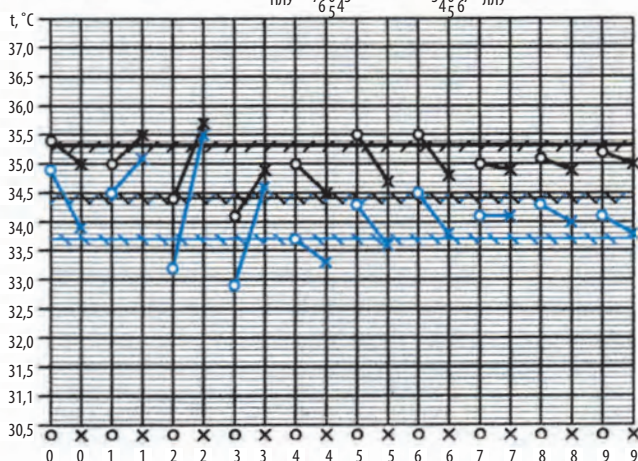
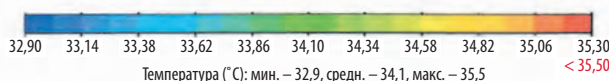
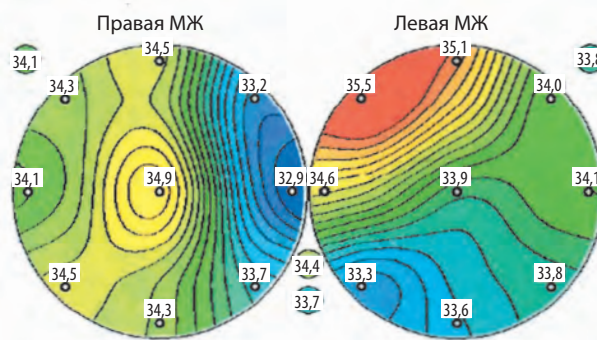


Рис. 1. На термограмме имеется термоасимметрия. Наблюдается зона повышения температуры в верхнем внутреннем квадранте левой молочной железы. Результаты диагностической системы: $Q_{max} = 2,1$; $R = 3,6$. Термограмма характерна для рака левой молочной железы; вероятность 95 %. Данные гистологии: рак левой молочной железы T1N0M0, I стадия. Здесь и на рис. 2: МЖ – молочная железа

Поле температур кожи

Шаг изотерм – 0,120 °С



Суммарная термоасимметрия, °С: {R: 1,50; L: 3,60}

Результат экспертной системы: {R: +1,56; L: +2,71}

$Q_{max} = 2,1$; $R = 3,6$

Рак, P = 95 %

Диагноз: рак левой молочной железы T1N1M0, I стадия

Поле внутренних температур

Шаг изотерм – 0,120 °C

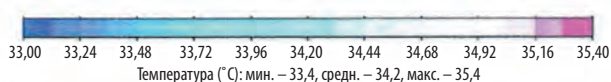
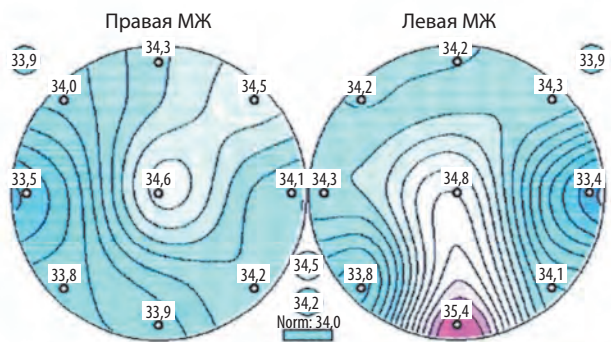
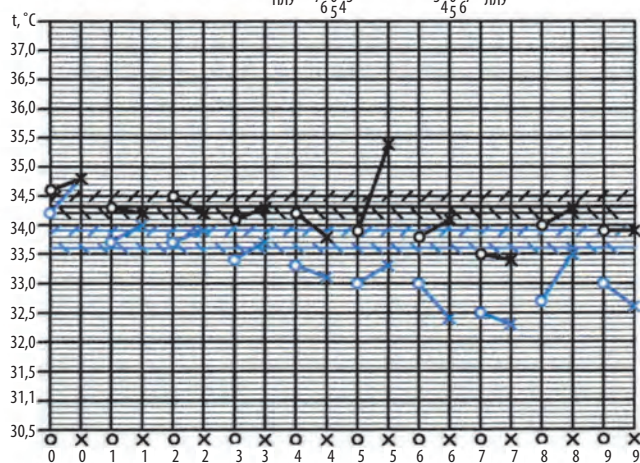


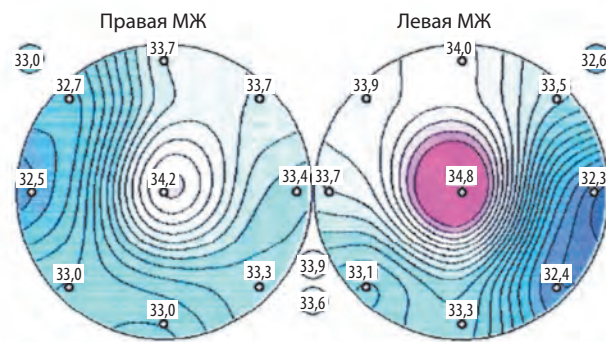
Схема обследования:

○ – правая МЖ 9 ПЛУ 8 1 2 ПМЖ ЛМЖ 2 1 8 9 × – левая МЖ



Поле температур кожи

Шаг изотерм – 0,120 °C



Суммарная термоасимметрия, °C: {R: 0,30; L: 1,80}

Результат экспертной системы: {R: –3,68; L: –0,97}

 $Q_{max} = 1,9; L_{max} = 1,8$

Отсутствие рака, P = 90 %

Диагноз: фиброаденома

Рис. 2. На термограмме имеется незначительная термоасимметрия. Результаты диагностической системы: $Q_{max} = 1,9; L_{max} = 1,8$. Признаки злокачественного образования с вероятностью 90 % отсутствуют. Возможны доброкачественные изменения. Данные гистологии: фиброаденома

дранте левой молочной железы. Проведена диагностика по предлагаемому способу с использованием метода РТМ. На изображениях (рис. 2), полученных с помощью датчика внутренних температур, определяют среднее значение температуры ткани молочных желез – 34,2 °C, а также максимальную температуру в отдельной зоне – 35,4 °C. Величина превышения этого значения по отношению к среднему составляет 1,2 °C. Дополнительно на изображениях, полученных с помощью кожного датчика, определяют среднее значение температуры – 33,3 °C, максимальное значение температуры в отдельных зонах – 34,0 °C (точка 0 для левой молочной железы). Величина превышения этого значения по отношению к среднему – 0,7 °C. Суммируем полученные значения от 2 датчиков: $Q_{max} = 1,2 + 0,7 = 1,9$. Определяем максимальные значения разностей температур между отдельными симметричными точками термограмм левой и правой молочных желез для внутреннего и кожного датчиков. Данные величины составляют 1,5 (точка 5) и 0,8 (точка 8) соответственно. Прибавляем к этим величинам соответствующие раз-

ности для этих точек на изображениях другого датчика. Получаем: $1,5 + 0,3 = 1,8; 0,8 + 0,3 = 1,1$. Максимальное значение из приведенных данных: $L_{max} = 1,8$.

По значениям полученных показателей $Q_{max} < 2$ и $L_{max} < 2,8$ диагностируем доброкачественную опухоль с высокой специфичностью. Гистология: фиброаденома.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования пациенток со злокачественными и доброкачественными опухолями молочных желез в 3 медицинских учреждениях показали, что с помощью разработанного метода, основанного на количественных критериях РТМ, возможно проводить дифференциальную диагностику опухолей с высокой специфичностью. Метод является неинвазивным, безвредным, недорогостоящим и позволяет проводить раннюю скрининговую диагностику у пациенток без возрастных и интервальных ограничений.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Семиглазов В.Ф. Скрининг рака молочной железы. В сб.: Материалы VII Российского онкологического конгресса. М., 2004. С. 101–5. [Semiglazov V.F. Screening of the mammary gland cancer. In: Materials of the VII Russian Oncologic Congress. Moscow, 2004. Pp. 101–5. (In Russ.)].
2. Кемени М., Дранов П. Рак молочной железы. М., 1995. С. 123. [Kemeni M., Dranov P. Mammary gland cancer. Moscow, 1995. P. 123. (In Russ.)].
3. Терновой С.К., Абдураимов А.В. Лучевая маммология. М., 2007. С. 17. [Ternovoy S.K., Abduraimov A.V. Radial mammology. Moscow, 2007. P. 17. (In Russ.)].
4. Веснин С.Г. Теоретические основы использования РТМ-метода в маммологии. В сб.: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. М., 2008. С. 3–6. [Vesnin S.G. Theoretic bases of the use of PTM method in mammology. In: Materials of the V All-Russian scientific and practical conference with international engagement. Moscow, 2008. Pp. 3–6. (In Russ.)].
5. Веснин С.Г., Каплан М.А., Авакян Р.А. Современная микроволновая радиометрия молочных желез. Опухоли женской репродуктивной системы 2008;(3):28–33. [Vesnin S.G., Kaplan M.A., Avakyan R.A. Modern microwave radiometry of mammary glands. Opukholi zhenskoy reproductivnoy sistemy = Tumors of the Female Reproductive System 2008;(3):28–33. (In Russ.)].
6. Вайсблат А.В. Радиотермография как метод диагностики в медицине. М., 2003. С. 5–24. [Vaysblat A.V. Radio-termography as method of medical diagnostics. Moscow, 2003. Pp. 5–24. (In Russ.)].
7. Видюков В.И., Мустафин Ч.Н. Способ дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных опухолей. Патент № 2532372 от 05.09.2014. [Vidyukov V.I., Mustafin Ch.N. Method of differential diagnostics of benign and malignant tumors. Patent No 2532372 dated 05.09.2014. (In Russ.)].