



www.volsu.ru

DOI: <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu1.2015.4.4>

УДК 618.19+004.021

ББК 55.6

О ВЗАИМОСВЯЗИ НЕКОТОРЫХ ПРИЗНАКОВ РТМ-ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ¹

Александр Георгиевич Лосев

Доктор физико-математических наук,
профессор кафедры математического анализа и теории функций,
Волгоградский государственный университет
allosev59@gmail.com, matf@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Елена Алексеевна Мазепа

Кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры математического анализа и теории функций,
Волгоградский государственный университет
lmazepa@rambler.ru, matf@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Хеди Мовладовна Сулейманова

Аспирантка кафедры математического анализа и теории функций,
Волгоградский государственный университет
hedi.medi@mail.ru, matf@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Статья посвящена разработке методов интеллектуального анализа и интерпретации медицинских термометрических данных, предназначенных для диагностики заболеваний молочных желез.

Ключевые слова: микроволновая радиотермометрия, молочная железа, скрининговое обследование молочных желез, корреляционный анализ, злокачественные новообразования молочной железы.

Введение. Методы прикладной статистики и искусственного интеллекта успешно применяются для решения задач медицинской диагностики, мониторинга и прогнозирования. Для решения задачи медицинской диагностики традиционно разрабатываются два класса систем, разли-

чающиеся методами, которые положены в их основу. Один класс составляют системы, базирующиеся на статистических моделях – их основой служат математические алгоритмы, занимающиеся поиском частичного соответствия между симптомами очередного пациента и симптомами наблюдавшихся ранее пациентов, диагнозы которых известны (см.: [1–4; 11]).

В основе систем второго класса лежат знания экспертов. В них алгоритмы оперируют информацией о пациенте и знаниями о заболеваниях, представленными в форме, в той или иной степени приближенной к представлениям врачей (и описанных экспертами-врачами), что достигается за счет явного или неявного использования онтологий медицинской диагностики (см.: [5; 7]). В таких системах чаще встречаются подсистемы доверия, компоненты объяснения, способные дать врачу результаты анализа данных пациента.

Цель исследования – выявить влияние физиологических особенностей организма и условий проведения измерений на термометрические данные и исследовать взаимосвязи некоторых диагностических признаков.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи: найти некоторые характеристики выборочного распределения, соответствующие характеристикам предполагаемого теоретического распределения, выявить различия и, исходя из полученного результата, сделать вывод о согласии теоретического распределения с выборочными данными.

Материалы и методы исследования. В результате проведенных исследований была сформирована обучающая выборка, которая включает в себя информацию о 598 молочных железах пациенток. Для определения минимального объема выборки (n) традиционно используется формула:

$$n = \frac{t^2 \sigma^2}{\Delta^2},$$

где Δ – предельная ошибка выборки [иначе называемая – точность оценки исследуемых показателей (признаков)]; σ^2 – дисперсия генеральной совокупности (или выборочной совокупности) и коэффициент t , зависящий от уровня надежности.

Уровень надежности традиционно берется равным 0,95 и соответствующее $t = 1,96$ (определяется по таблицам). По имеющимся базам данных дисперсия (σ^2) значений температур при измерениях РТМ- и ИК- датчиками в различных точках молочной железы в группах здоровых и больных пациенток колеблется от 0,49 до 2,95. Поэтому, положим $\sigma^2 = 2,95$ – максимальное значение дисперсии. В качестве Δ возьмем точность измерения температуры внутренних тканей, то есть $\Delta = 0,2$. Подставляя указанные значения в формулу, получим

$$n = \frac{1,96^2 2,95^2}{0,2^2} \approx 283.$$

Таким образом, имеющая объем выборка (598 молочных желез) является вполне достаточной для проведения исследований и анализа полученных данных.

Было решено разделить всю выборку на два контрольных класса: здоровые (122 молочных желез) и молочные железы больных пациенток (476 молочных желез). Класс молочных желез больных пациенток делится в свою очередь на несколько подгрупп, таких как «Норма-2», «Больные», «Группа риска».

Таким образом, были получены четыре характерные группы:

- «здоровые» – температурные данные здоровых молочных желез здоровых пациенток (122 молочных желез);
- «норма-2» – температурные данные здоровых молочных желез больных пациенток (124 молочных желез);
- «больные» – температурные данные больных молочных желез с наличием рака различных стадий (140 молочных желез);
- «группа риска» – температурные данные молочных желез с наличием различных нарушений молочной железы, другими словами, предопухолевое заболевание (212 молочных желез).

Структура обучающей выборки представлена на рисунке 1.

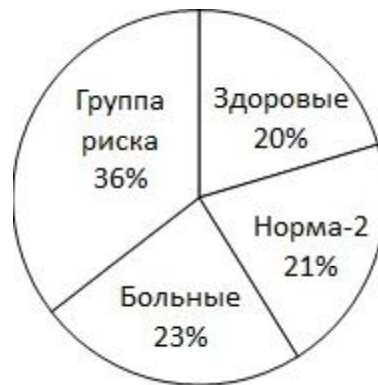


Рис. 1. Структура обучающей выборки

Все женщины были обследованы с использованием радиотермометрического компьютеризированного комплекса РТМ-01-РЭС (ООО «Фирма РЭС»), принцип действия которого основан на измерении собственного электромагнитного излучения тканей в микроволновом диапазоне (глубинная температура – РТМ) и инфракрасном диапазоне (температура кожи – ИК). При этом мощность данного излучения пропорциональна температуре тканей. Пациентки во время обследования находились в положении лежа. Обследование начиналось с измерения температур в контрольных точках. Первая точка (T_1), в центре грудной клетки сразу под и между молочными железами, – важная точка, температура в которой должна быть выше или равна средней температуре по обеим молочным железам, если в молочных железах нет патологических изменений. Вторая контрольная точка (T_2) – непосредственно под мечевидным отростком. Антенна-аппликатор устанавливается на соответствующую точку на поверхности тела плотно, не допуская зазора между кожей и плоскостью аппликатора. Точки для обследования на поверхности молочной железы выбирались так, чтобы «просмотреть» всю область молочной железы и в каждом конкретном случае выбирались в соответствии с индивидуальным строением молочной железы. Программой обследования предусмотрено, что температурный датчик устанавливается в средней части исследуемого квадранта молочной железы. Если молочная железа большого размера (более 30 см в диаметре), можно провести две или три серии измерений и выбрать наиболее информативную серию [8]. На рисунке 2 показана схема обзорного исследования молочной железы.

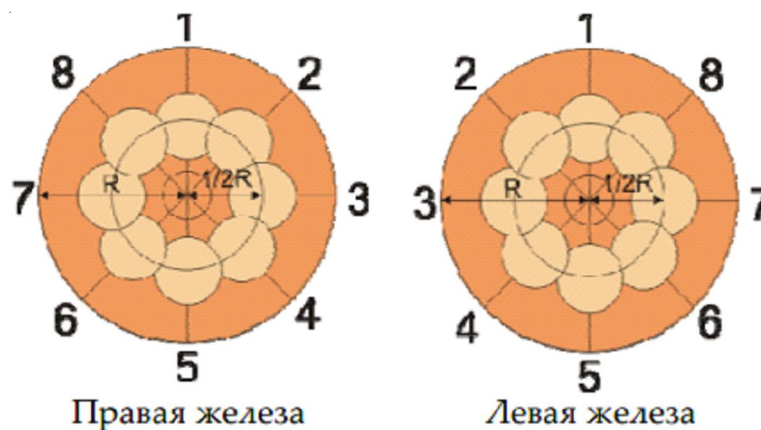


Рис. 2. Схема обзорного исследования молочной железы

Все женщины перед термометрическим обследованием прошли УЗ-обследование и маммографию. Для подтверждения диагноза злокачественного образования проводилось гистологическое исследование.

В основе исследования связи между признаками лежат статистические методы. Результаты наблюдений можно оценить наиболее полно, если их распределение является нормальным. От того, в каком виде рассматривается величина, характеризующая различие эмпирического и теоретического распределений, зависит и метод дальнейшего исследования. Для исследования соответствия эмпирического и теоретического распределения имеется несколько критериев согласия: Пирсона, Колмогорова, Смирнова и др.

Для проверки выборочных распределений на принадлежность к нормальному распределению были использованы как приближенный метод проверки гипотезы о нормальном распределении, основанный на вычислении выборочных коэффициентов асимметрии и эксцесса, так и более точный метод проверки согласованности – критерий согласия Пирсона. Если данные не соответствуют нормальному распределению, то на следующем этапе, для изучения взаимосвязи диагностических признаков, которые описаны функциональными зависимостями от температур молочной железы и температур в контрольных точках, и аксиллярной области, целесообразно применять ранговые методы корреляции, в частности, вычисление коэффициента корреляции Спирмена.

Отметим, что данная работа является естественным продолжением исследований, представленных в трудах (см.: [4; 5; 7]). Опишем основные методы исследования, представленные в статье.

1. Приближенный метод проверки нормальности распределения

Приближенными значениями коэффициента асимметрии γ_1 и коэффициента эксцесса γ_2 выборки являются значения, найденные по следующим формулам [6]:

$$\bar{\gamma}_1 = \frac{\bar{\mu}_3}{(\bar{s}^2)^{\frac{3}{2}}}, \quad (1)$$

$$\bar{\gamma}_2 = \frac{\bar{\mu}_4}{(\bar{s}^2)^2} - 3, \quad (2)$$

$$\bar{\mu}_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^k, \quad (3)$$

$$\bar{s}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (4)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (5)$$

где n – число элементов каждой исследуемой группы; x_i – значение выборки. В качестве допустимых границ отклонения приближенных значений от нуля обычно используют средние квадратические отклонения, вычисляемые по формулам:

$$\sigma_{ac} = \sqrt{\frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}}, \quad (6)$$

$$\sigma_{эк} = \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n-1)^2(n+3)(n+5)}}, \quad (7)$$

где n – число элементов каждой исследуемой группы.

Таким образом, если найденное значение γ_1 принадлежит интервалу $(-\sigma_{ac}; \sigma_{ac})$, то можно считать, что теоретическая величина $\gamma_1 = 0$; если найденное значение γ_2 принадлежит интервалу $(-\sigma_{эк}; \sigma_{эк})$, то можно считать, что теоретическая величина $\gamma_2 = 0$. Равенство нулю коэффициентов асимметрии и эксцесса γ_1 и γ_2 подтверждает справедливость гипотезы о нормальном распределении случайной величины, а отличие от нуля γ_1, γ_2 – высказанную гипотезу опровергает.

2. Критерий Пирсона

Хи-квадрат-критерий – универсальный метод проверки согласия результатов эксперимента и используемой статистической модели.

Критерий согласия Пирсона вычисляется по следующей формуле (см.: [6; 9]):

$$\sum_{i=1}^k \frac{(m_i - np_i)^2}{np_i} = \chi^2, \quad (8)$$

где n – число элементов каждой группы в обучающей выборке.

Таким образом, получаем: $n = 122$ («здоровые»); $n = 124$ («норма-2»); $n = 140$ («больные»); $n = 212$ («группа риска»); k – число интервалов разбиения выборки; m_i – число значений выборки, попавших в i -й интервал; p_i – теоретическая вероятность попадания значения случайной величины в i -й интервал.

Число интервалов находится по формуле Стерджесса:

$$k = [1 + 3,32 \cdot \ln(n)], \quad (9)$$

где n – число элементов каждой исследуемой группы.

Величина χ^2 имеет распределение χ^2 с $k-3$ степенями свободы. Значение χ^2 сравнивается с критическими значениями, и на основании этого делается заключение о вероятности события.

3. Ранговая корреляция Спирмена

В основе данного метода лежит вычисление коэффициентов ранговой корреляции Спирмена ρ_B по формуле (см.: [2; 8]):

$$\rho_B = 1 - \sum_{i=1}^n d_i^2, \quad (10)$$

где $d_i = x_i - y_i$, а x_i и $y_i (i = 1, 2, \dots, n)$ – ранги исходных объектов, записанные по исследуемым признакам.

Ранг – это порядковый номер, присваиваемый каждому опытному значению (варианту) компонент x и y (по отдельности) в упорядоченном ряду.

Коэффициент корреляции Спирмена позволяет определить, существует ли между двумя переменными зависимость, выражаемая монотонной функцией (то есть при росте одной переменной увеличивается и вторая, и наоборот).

В каждой группе пациенток для всех исследуемых функций [6] были найдены описанным выше методом коэффициенты ранговой корреляции Спирмена в паре с каждым результатом дополнительного измерения (T_1, T_2, t_9). После этого была исследована значимость полученных коэффициентов ранговой корреляции Спирмена. Для выбора гипотезы использовался статистический критерий уровня $\alpha = 0,05$ ($p = 1 - \alpha$) со статистикой вида:

$$T = \frac{\rho}{\sqrt{1 - \rho^2}} \sqrt{n - 2}, \quad (11)$$

имеющей распределение Стьюдента с $n-2$ степенями свободы. Тогда

$$T_{\text{набл}} = \frac{\rho_B}{\sqrt{1-\rho_B^2}} \sqrt{n-2}, \quad (12)$$

где ρ_B – коэффициент ранговой корреляции Спирмена; n – число элементов выборки.

Поскольку само значение ρ нам ни о чем не говорит, необходимо посмотреть насколько это значение несет случайный или неслучайный характер, то есть исследовать значимость полученных коэффициентов ранговой корреляции Спирмена. Для этого используем сравнение со значениями критических точек распределения Стьюдента $t_{\text{кр}}$ и делаем вывод в соответствии со следующим правилом: если $|T_{\text{набл}}| < t_{\text{кр}}$, то считаем, что гипотеза $\rho = 0$ ПРИНЯТА, то есть нет зависимости; если $|T_{\text{набл}}| > t_{\text{кр}}$, то считаем, что гипотеза $\rho = 0$ ОТКЛОНЕНА, то есть принимается гипотеза $\rho \neq 0$ или между данными есть линейная зависимость.

4. Результаты и их обсуждение

После проверки полученных измерений радиотермометрического обследования при помощи приближенного метода проверки гипотезы получили результаты, из которых был сделан вывод о том, что в половине случаев температурные данные в рамках отдельной исследуемой группы не согласуются с нормальным распределением.

Для уточнения выборочных распределений на принадлежность к нормальному распределению был использован более точный метод, основанный на вычислении статистики χ^2 , называемый – критерий Пирсона.

Таблица 1

Соответствие данных нормальному распределению в группе «Здоровые»

Диапазон измерения – РТМ (левая молочная железа)			Диапазон измерения – ИК (левая молочная железа)	
№ точки	χ^2	Вероятность события	χ^2	Вероятность события
0	7,33	0,06	2,73	0,44
1	2,85	0,42	5,44	0,14
2	6,67	0,08	2,18	0,54
3	4,87	0,18	2,37	0,50
4	2,47	0,48	6,08	0,11
5	8,09	0,04	1,36	0,71
6	4,42	0,22	1,35	0,72
7	2,15	0,54	5,63	0,13
8	2,27	0,52	6,25	0,10
9	3,32	0,34	1,85	0,60
Диапазон измерения – РТМ (правая молочная железа)			Диапазон измерения – ИК (правая молочная железа)	
№ точки	χ^2	Вероятность события	χ^2	Вероятность события
0	5,08	0,17	1,88	0,60
1	3,15	0,37	1,76	0,62
2	5,53	0,14	1,30	0,73
3	1,44	0,70	8,31	0,04
4	3,64	0,30	2,33	0,51
5	0,87	0,83	7,79	0,05
6	7,25	0,06	1,38	0,71
7	6,85	0,08	5,93	0,11
8	11,46	0,01	1,97	0,58
9	3,39	0,33	1,06	0,79
Диапазон измерения – РТМ			Диапазон измерения – ИК	
T_1	7,36	0,06	5,86	0,12
T_2	1,95	0,58	4,25	0,24

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что в большинстве случаев данные во всех исследуемых группах нельзя отнести к нормальному распределению. Аналогичная картина получена и для других исследуемых групп.

В силу отсутствия нормального распределения у большинства выборочных данных, для изучения взаимосвязи диагностических признаков целесообразно применять ранговые методы корреляции, в частности, вычисление коэффициента корреляции Спирмена.

Таблица 2

Взаимосвязи диагностических признаков

Датчик	Параметр	Коэффициенты корреляции в точках измерения температур				
			Датчик	Коэффициент корреляции ρ_B	$ T_{набл} $	
	$t_{9, РТМ} - t_{9, ИК}$	T_1	РТМ	-0,23	-2,55	отклонена
			ИК	-0,59	-7,97	отклонена
		T_2	РТМ	-0,06	-0,70	принята
			ИК	-0,47	-5,87	отклонена
		t_9	РТМ	-0,22	-2,47	отклонена
			ИК	-0,74	-12,17	отклонена
РТМ	$\max_{i=1,8} t_i - \min_{i=1,8} t_i$	T_1	РТМ	-0,29	-3,38	отклонена
		T_2	РТМ	-0,34	-3,96	отклонена
		t_9	РТМ	-0,35	-4,11	отклонена
РТМ	$\sqrt{\sum_{i=1}^8 (t_i - t_{cp.})^2}$	T_1	РТМ	-0,30	-3,46	отклонена
		T_2	РТМ	-0,34	-3,96	отклонена
		t_9	РТМ	-0,34	-4,00	отклонена
	$t_{0, РТМ} - t_{0, ИК}$	T_1	РТМ	-0,06	-0,71	принята
			ИК	-0,43	-5,27	отклонена
		T_2	РТМ	0,20	2,27	отклонена
			ИК	-0,29	-3,32	отклонена
		t_9	РТМ	0,06	0,62	принята
			ИК	-0,27	-3,07	отклонена

Полученные результаты показали, что во всех группах температура в аксиллярной области и контрольных точках исследования имеет высокую степень прямой корреляции с изменениями температуры в молочной железе. Более 75 % функциональных измерений, где не используется температура в точке T_1 , показали также высокую степень прямой корреляции с температурными данными в точках $t_p, i = 0...8$.

Интересные результаты показали функции следующего вида (табл. 3).

Таблица 3

Группа «Больные»

Датчик	Параметр	Коэффициенты корреляции в точках измерения температур				
			Датчик	Коэффициент корреляции ρ_B	$ T_{набл} $	
РТМ	$T_1 - t_0$	T_1	РТМ	0,29	3,57	отклонена
РТМ	$T_1 - t_1$	T_1	РТМ	0,01	0,09	принята
РТМ	$T_1 - t_2$	T_1	РТМ	0,00	-0,03	принята
РТМ	$T_1 - t_4$	T_1	РТМ	0,07	0,80	принята
РТМ	$T_1 - t_5$	T_1	РТМ	0,12	1,38	принята
РТМ	$T_1 - t_6$	T_1	РТМ	-0,03	-0,34	принята
РТМ	$T_1 - t_7$	T_1	РТМ	-0,14	-1,66	отклонена

Ясно, что взаимосвязь параметра T_1 с самим собой является 100 %-й (линейная зависимость). В группе здоровых эта взаимосвязь сохраняется и для большинства функционально-зависимых параметров (для РТМ-измерений 100 %). Однако в других группах пациентов эта

зависимость исчезает (см. табл. 3). В связи с наличием того или иного заболевания молочной железы влияние температуры в некоторых точках измерений молочной железы и ее независимость от температуры в опорной точке T_1 так велико, что взаимосвязь функций вида $T_1 - t_i$, $i = 0...8$ с температурой в точке T_1 теряется. Видим, что в ряде случаев коэффициент корреляции ρ_B близок к нулю, что говорит о слабой зависимости между данными.

Выводы

Таким образом, полученные результаты показали, что для оценки термограмм молочной железы имеют значение измерения температуры и в аксиллярной области и в контрольных точках. Измерения температур во всех точках молочной железы и температуры в контрольных точках T_1, T_2, t_9 , и в аксиллярной области t_9 не являются взаимозаменяемыми и не дублируют друг друга, так же нет возможности построения линейной регрессии для температур в точках $t_i, i = 0...8$ от T_1 для всех групп пациентов. Такая возможность может быть реализована только в группе «Здоровые».

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-47-02475-р_поволжье_а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веденяпин, Д. А. Об одной нейросетевой модели диагностики венозных заболеваний / Д. А. Веденяпин, А. Г. Лосев // Управление большими системами : сб. тр. – 2012. – № 39. – С. 219–229.
2. Генкин, А. А. О последовательной стратегии Байеса и механизме принятия решений в интеллектуальной системе ОМИС. 1998 / А. А. Генкин. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: http://intels.spb.ru/english_med_informatiks-2.html. – Загл. с экрана.
3. Изучение надежности комбинированной термографии как метода диагностики состояния вен нижних конечностей / Т. В. Замечник, Н. С. Овчаренко, С. И. Ларин, А. Г. Лосев // Флебология. – 2010. – Т. 4, № 3. – С. 23–26.
4. К вопросу об оптимизации скринингового обследования молочных желез методом микроволновой радиотермометрии / Т. В. Замечник, Е. А. Мазепа, С. И. Черкесова, Г. В. Панкова // Вестник новых медицинских технологий. – 2014. – Т. 21, № 4. – С. 34–38.
5. Лосев, А. Г. О некоторых характерных признаках в диагностике патологии молочных желез по данным микроволновой радиотермометрии / А. Г. Лосев, Е. А. Мазепа, Т. В. Замечник // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.
6. Медик, В. А. Статистика в медицине и биологии: руководство. В 2 т. Т. 1. Теоретическая статистика / В. А. Медик, М. С. Токмачев, Б. Б. Фишман ; под ред. Ю. М. Комарова. – М. : Медицина, 2000. – 412 с.
7. О некоторых характерных признаках в диагностике венозных заболеваний нижних конечностей методом комбинированной термографии / Е. В. Анисимова, Т. В. Замечник, А. Г. Лосев, Е. А. Мазепа // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – Т. 18, № 2. – С. 329–330.
8. Применение радиотермометрии для диагностики рака молочной железы / Л. М. Бурдина, А. В. Вайсблат, С. Г. Веснин, М. А. Конкин, А. В. Лашенков, Н. Г. Наумкина, Н. Н. Тихомирова // Маммология. – 1998. – № 2. – С. 3–12 (2).
9. Реброва, О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О. Ю. Реброва. – М. : МедиаСфера, 2003. – 312 с.
10. Сулейманова, Х. М. О некоторых аспектах скринингового обследования молочных желез методом микроволновой радиотермометрии / Х. М. Сулейманова // Материалы научной сессии, г. Волгоград, 20–24 апр. 2015 г. – Волгоград, 2015.
11. Detmer, W. M. Using the Internet to Improve Knowledge Diffusion in Medicine. 1997 / W. M. Detmer, E. H. Shortliffe. – Electronic text data. – Mode of access: http://www-smi.stanford.edu/pubs/SMI_Reports/SMI-97-0658.pdf. – Title from screen.

REFERENCES

1. Vedenyapin D.A., Losev A.G. Ob odnoy neyrosetevoy modeli diagnostiki venoznykh zabolevaniy [About One Neural Network Model of Venous Diseases Diagnostics]. *Upravlenie bolshimi sistemami*, 2012, no. 39, pp. 219-229.
2. Genkin A.A. *O posledovatelnoy strategii Bayesa i mekhanizme prinyatiya resheniy v intellektualnoy sisteme OMIS* [About Consecutive Strategy of Bayes and the Mechanism of Decision-Making in the OMIS Intellectual System]. 1998. Available at: http://intels.spb.ru/english_med_informatiks-2.html.
3. Zamechnik T.V., Ovcharenko N.S., Larin S.I., Losev A.G. Izuchenie nadezhnosti kombinirovannoy termografii kak metoda diagnostiki sostoyaniya ven nizhnikh konechnostey [Studying the Reliability of the Combined Termography as a Method of Diagnostics of the Condition of Veins of the Lower Extremities]. *Flebologiya*, 2010, vol. 4, no. 3, pp. 23-26.
4. Zamechnik T.V., Mazepa E.A., Cherkesova S.A., Pankova G.V. K voprosu ob optimizatsii skringingovogo obsledovaniya molochnykh zhelez metodom mikrovolnovoy radiotermometrii [On the Optimization of Screening Inspection of Mammary Glands by the Method of Microwave Radio Thermometry]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*, 2014, vol. 21, no. 4, pp. 34-38.
5. Losev A.G., Mazepa E.A., Zamechnik T.V. O nekotorykh kharakternykh priznakakh v diagnostike patologii molochnykh zhelez po dannym mikrovolnovoy radiotermometrii [About Some Characteristic Signs in Diagnostics of Mammary Glands Pathology Using the Data of Microwave Radio Thermometry]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, no. 6.
6. Medik V.A., Tokmachev M.S., Fishman B.B. *Statistika v meditsine i biologii: Rukovodstvo. V 2 t. T. 1. Teoreticheskaya statistika* [Statistics in Medicine and Biology: Guide. In 2 vols. Vol. 1. Theoretical Statistics]. Moscow, Meditsina Publ., 2000. 412 p.
7. Anisimova E.V., Zamechnik T.V., Losev A.G., Mazepa E.A. O nekotorykh kharakternykh priznakakh v diagnostike venoznykh zabolevaniy nizhnikh konechnostey metodom kombinirovannoy termografii [About Some Characteristic Signs in Diagnostics of Venous Diseases of the Lower Extremities by the Method of Combined Thermography]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*, 2011, vol. 18, no. 2, pp. 329-330.
8. Burdina L.M., Vaysblat A.V., Vesnin S.G., Konkin M.A., Lashchenkov A.V., Naumkina N.G., Tikhomirova N.N. Primenenie radiotermometrii dlya diagnostiki raka molochnoy zhelezy [Application of Radio Thermometry for Breast Cancer Diagnostics]. *Mammologiya*, 1998, no. 2, pp. 3-12 (2).
9. Rebrova O.Yu. *Statisticheskyy analiz meditsinskikh dannykh. Primenenie paketa prikladnykh programm STATISTICA* [Statistical Analysis of Medical Data. Application of the Package of the Applied STATISTICA Programs]. Moscow, MediaSfera Publ., 2003. 312 p.
10. Suleymanova Kh.M. O nekotorykh aspektakh skringingovogo obsledovaniya molochnykh zhelez metodom mikrovolnovoy radiotermometrii [On Some Aspects of Mammary Glands Screening by Microwave Radiometry]. *Materialy nauchnoy sessii, g. Volgograd, 20-24 aprelya* [Proceedings of the Scientific Session, Volgograd, April 20-24, 2015]. Volgograd, 2015.
11. Detmer W.M., Shortliffe E.H. Using the Internet to Improve Knowledge Diffusion in Medicine. 1997. Available at: http://www-smi.stanford.edu/pubs/SMI_Reports/SMI-97-0658.pdf.

ON INTERRELATION OF SOME SIGNS OF RTM DIAGNOSTICS OF MAMMARY GLANDS DISEASES

Aleksandr Georgievich Losev

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,
Department of Mathematical Analysis and Function Theory
Volgograd State University
allosev59@gmail.com, matf@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Elena Alekseevna Mazepa

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
Department of Mathematical Analysis and Function Theory
Volgograd State University
lmazepa@rambler.ru, matf@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Khedi Movladovna Suleymanova

Postgraduate Student, Department of Mathematical Analysis and Function Theory,
Volgograd State University
hedi.medi@mail.ru, matf@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Abstract. The article is devoted to the development of mining methods and interpreting medical thermometric data for breast diseases diagnostics. The methods of applied statistics and artificial intelligence are successfully used to solve problems in medical diagnostics, monitoring and forecasting. The problem of medical diagnostics has traditionally developed two classes of systems, and different methods are put into their base. One class consists of systems based on statistical models, and the other one – on mathematical ones. The foundation of the latter is represented by mathematical algorithms involved in the search. There is usually a partial correspondence between the symptoms of another patient and the symptoms previously observed patients, the diagnoses of which are known. The knowledge of experts is at the core systems of the second class. These algorithms operate on the patient information and knowledge on diseases, presented in a form more or less close to the views of doctors (and described by expert physicians), which is achieved due to the implicit or explicit use of ontologies of medical diagnostics.

Key words: microwave radio thermometry, breast screening, correlation analysis, malignant breast tumors.