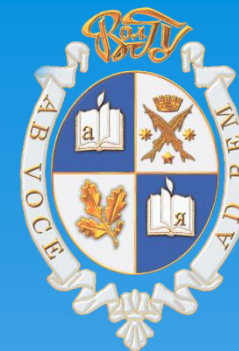


Волгоградский государственный университет



Алгоритмы искусственного интеллекта в диагностике рака молочной железы

Лосев А.Г., Светлов А.В.

Институт математики и
информационных технологий



Проблема скрининга РМЖ

- * Рак молочной железы является наиболее распространенным онкологическим заболеванием среди женщин, в следствие которого ежегодно в мире умирает более полумиллиона человек.
- * Ежегодно в мире регистрируется более 1 миллиона впервые заболевших женщин, из них от 30% до 50% случаев — рак в запущенной стадии.
- * Показатели выживаемости изменяются от 80% в странах Северной Америки до 65% в Европе, 50% в России, и ниже в странах с низким уровнем доходов.



Проблема скрининга РМЖ

- * Уровень заболеваемости раком молочной железы за последние 20 лет вырос более чем на 60%.
- * **Рак молочной железы помолодел. За последние 10 лет у женщин в возрасте от 19 до 40 лет заболеваемость им выросла на 34%, а в возрасте от 30 до 39 лет – на 41%.**



Проблема скрининга РМЖ

- * Рожкова Надежда Ивановна, Президент Российской ассоциации маммологов.
- * «Для успешного решения проблемы снижения смертности и заболеваемости раком молочной железы (РМЖ) важное значение имеет разработка системы скрининга. Для этого существует множество различных методов, включающих анкетирование, бездозовые, радиологические технологии – маммография (МГ), ультразвуковое исследование (УЗИ), определение онкомаркеров и прочие. Среди них наиболее перспективным, информативным и экономичным представляется **микроволновая радиотермометрия (РТМ)**».
- * Скрининг (в здравоохранении) – система первичного обследования групп клинически бессимптомных лиц с целью выявления случаев заболевания.



Проблема скрининга РМЖ

- * В России при первичном скрининге максимальное число выявленных больных злокачественным новообразованием молочной железы составляет 30-42%
- * Для женщин в возрасте от 20 до 40 лет рекомендовано применение бездозовых скрининговых технологий (электроимпедансный томомаммограф и радиотермометрический прибор)



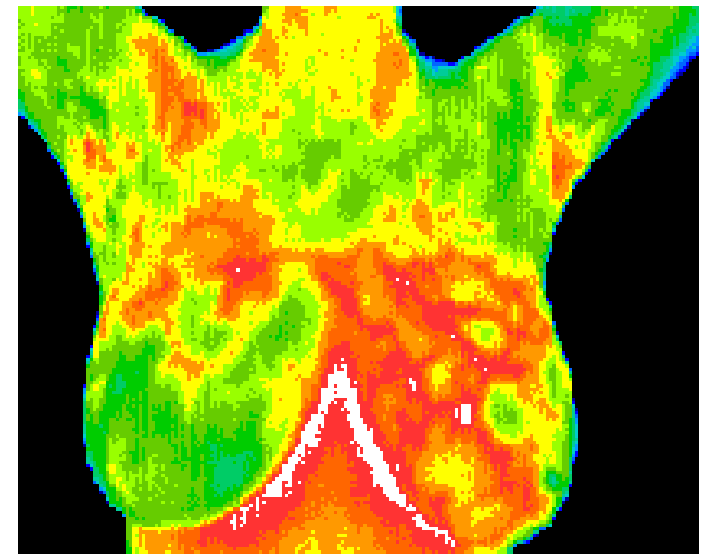
Проблема скрининга РМЖ

- * Рожкова Надежда Ивановна, Президент Российской ассоциации маммологов.
- * «С 2006 г. в России действует приказ Минздрава о проведении скрининга заболеваний молочной железы, согласно которому женщины разного возраста по-разному проходят обследование. Это связано как с большим риском заболеваемости у женщин более старшего возраста, так и со структурными особенностями молочной железы, для которых предпочтителен либо рентгенологический, либо ультразвуковой метод исследования. Женщины от 20 до 40 лет проходят обследование в смотровом кабинете поликлиники, медсанчасти, женской консультации, где у них выясняют факторы риска с целью проведения профилактики для предупреждения развития заболевания, затем **проводят исследование на специальных приборах так называемой бездозовой лучевой диагностики- это радиотермометрия, электроимпедансная маммография и др., позволяющие выделить женщин в группу риска по ряду объективных критериев**».



РТМ-диагностика

- * Принцип действия радиотермометра основан на измерении собственного электромагнитного излучения тканей в микроволновом диапазоне (глубинная температура) и в инфракрасном диапазоне (температура кожи).



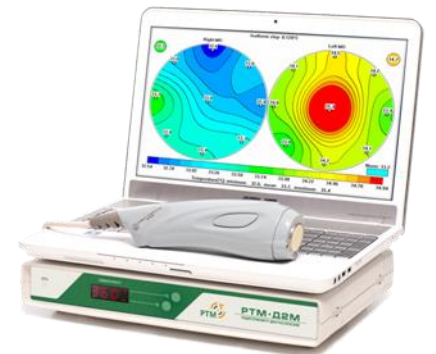
Отличительные особенности РТМ-диагностики

- * РТМ-метод совершенно безболезнен и безвреден (в отличие от традиционной маммографии), неинвазивен и не требует специально оборудованного помещения.
- * Рентгеновский маммограф можно применять к одному человеку не чаще раза в полугодие, а радиомаммограф - хоть каждые 10-15 минут.
- * Для рентгеновского нужно специальное изолированное свинцом помещение и врач, получивший специализацию - рентгенография (а таких - по пальцам посчитать на всю область). Для радио - помещение любое и спецобразование не нужно.



Отличительные особенности РТМ-диагностики

- * Выявление патологии на самой ранней стадии.
- * Высокая чувствительность метода при выявлении рака молочной железы.
- * Выявление в первую очередь наиболее агрессивных и быстрорастущих опухолей.
- * Компактность и мобильность аппаратуры, возможность проведения обследования в отдаленных регионах.



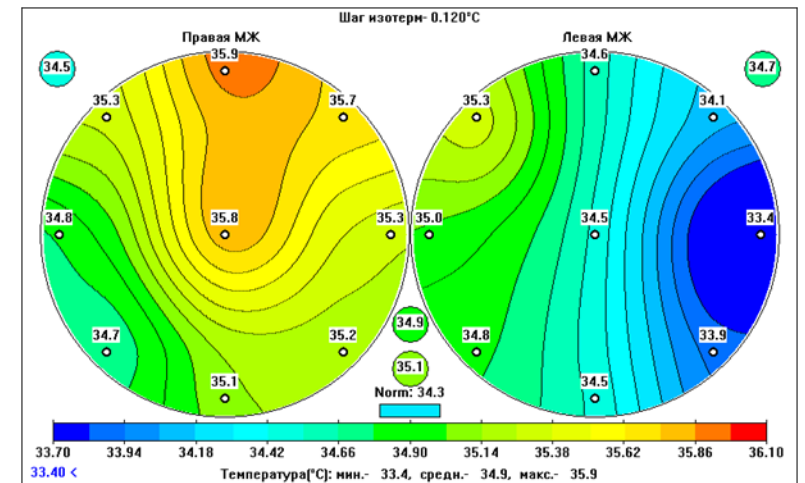
Сравнительный анализ применяемых методов обследования

	Чувствительность	Специфичность	Радиационное излучение	Стоимость анализа
Маммография	82%	39%	Да	270\$
Ультразвук	86.1%	66.4%	Нет	360\$
MPT	92.5%	72.4%	Нет	2850\$
T-scan (совместно с маммографией)	68%	47%	Нет	100\$
Сцинтимаммография	68.7%	84.8%	Да	200-600\$
PTM	84%	70%	Нет	100\$



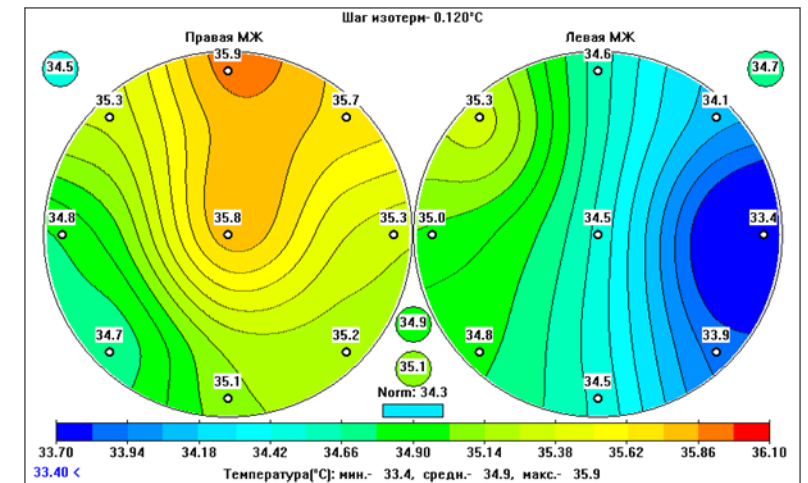
Проблемы РТМ

- * Сложность восприятия и анализа термометрической информации, возникающая у медицинского персонала без специальной длительной подготовки, значительно снижает потенциальную возможность использования термометрической аппаратуры в скрининге.
- * Таким образом, актуальной задачей является создание экспертной системы, обладающей возможностями обоснования предполагаемого диагностического решения.



Проблемы РТМ

- * Одну из важнейших и сложнейших задач современной медицины породило следующее явление. Применение современного высокотехнологичного оборудования привело к тому, что основные проблемы в принятии диагностического решения возникают не из-за дефицита информации, а из-за сложности ее обработки и анализа. Основным способом решения данной проблемы считается создание систем интерпретации и анализа медицинских данных на основе алгоритмов искусственного интеллекта.



Искусственный интеллект

- * ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ «СКВОЗНОЙ» ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ «НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ»
- * В рамках разработки дорожной карты развития СЦТ «Искусственный интеллект и нейротехнологии» были выделены семь субтехнологий:
 - Компьютерное зрение;
 - Обработка естественного языка;
 - Распознавание и синтез речи;
 - **Рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений;**
 - Перспективные методы и технологии в ИИ;
 - Нейропротезирование;
 - Нейроинтерфейсы, нейростимуляция и нейросенсин

Цели исследования

- Разработка методов искусственного интеллекта, предназначенных для анализа и интерпретации медицинских данных, получаемых с помощью микроволновой радиотермометрии
- Создание технологии разработки экспертных диагностических систем, работающих на основе данных микроволновой радиотермометрии

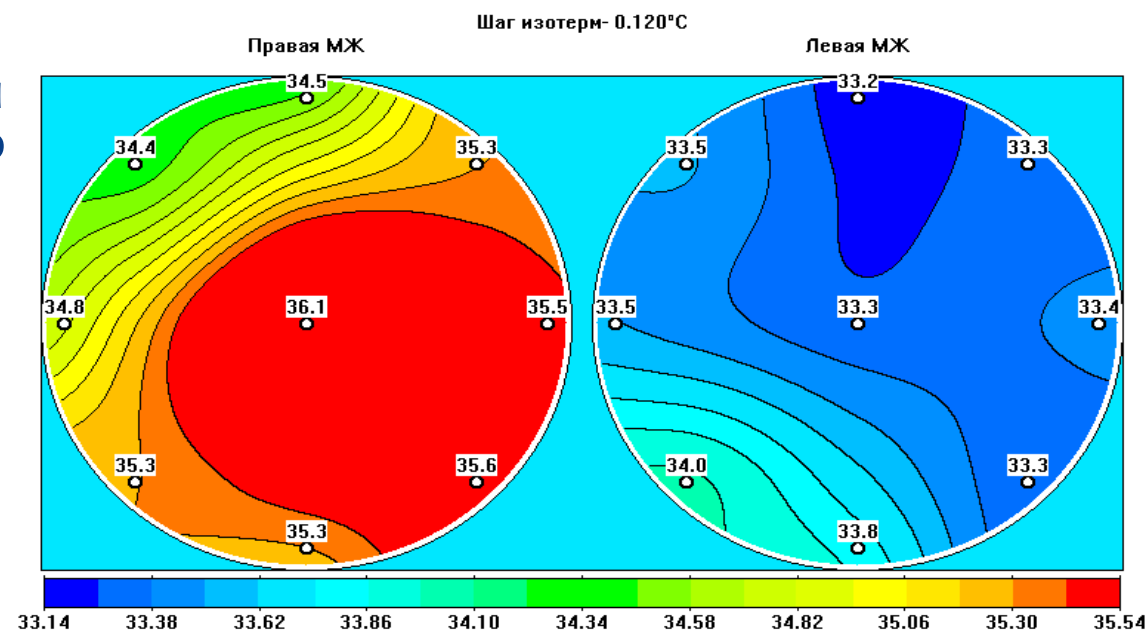


Метод анализа термометрических данных

1. Разработка концептуальной модели диагностического состояния пациента.

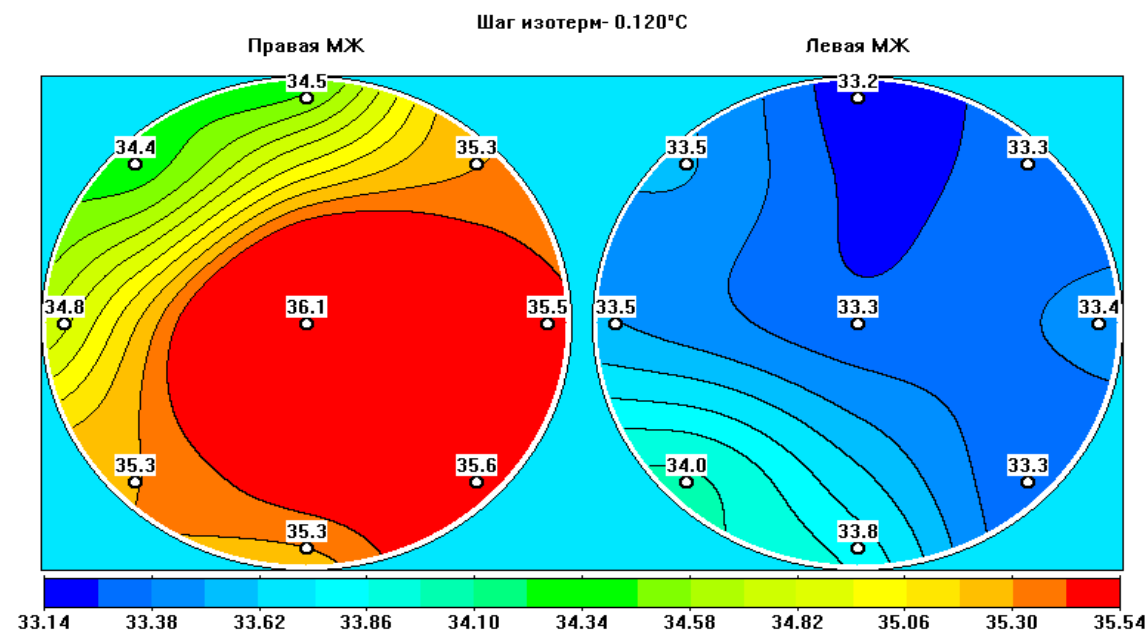
В основе – интерпретация знаний экспертов (врачей-диагностов), выявление, обобщение и систематизация характерных особенностей наличия патологий по термометрическим данным.

Ключевые элементы данной модели основаны на определении наличия и месторасположение областей молочных желез с аномально высокой (или аномально низкой) температурой, наличие и степень «зеркальной» симметрии температурных полей, уровень их изменчивости, дисперсионные характеристики, скорость изменения температуры в «внутренних» направлениях («внутренний» градиент, «внешний» градиент), скорость изменения «внутреннего» градиента в радиальном направлении и т.п.



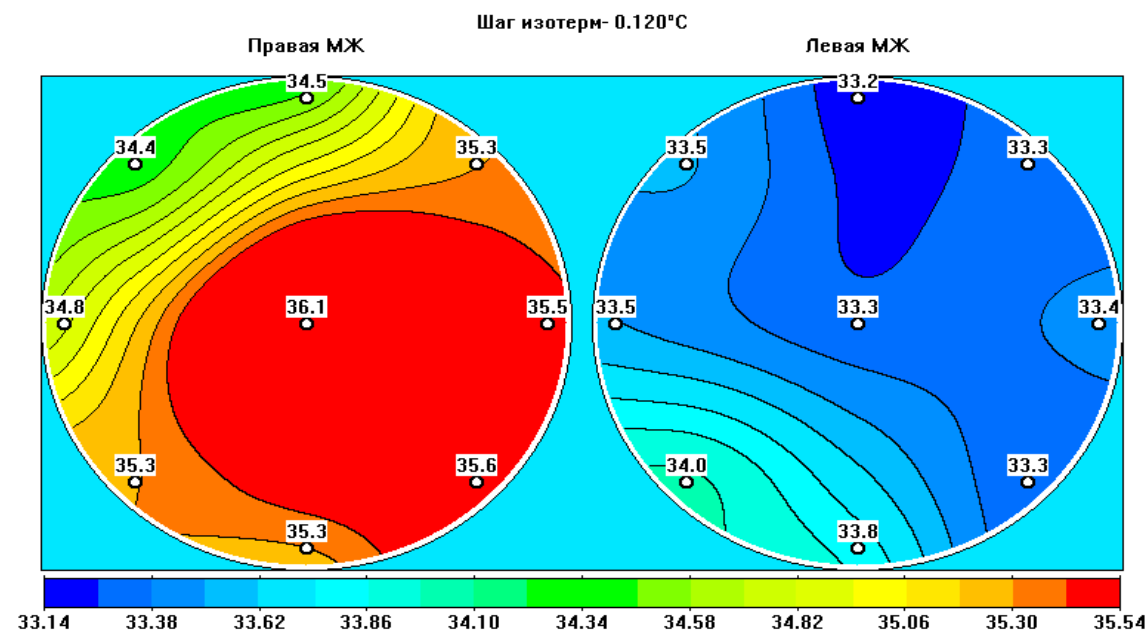
Метод анализа термометрических данных

2. Построение дескриптивных математических моделей диагностического состояния пациента, на основе которых возможно построение эффективных моделей классификации и обоснования результата в задачах диагностики по термометрическим данным.



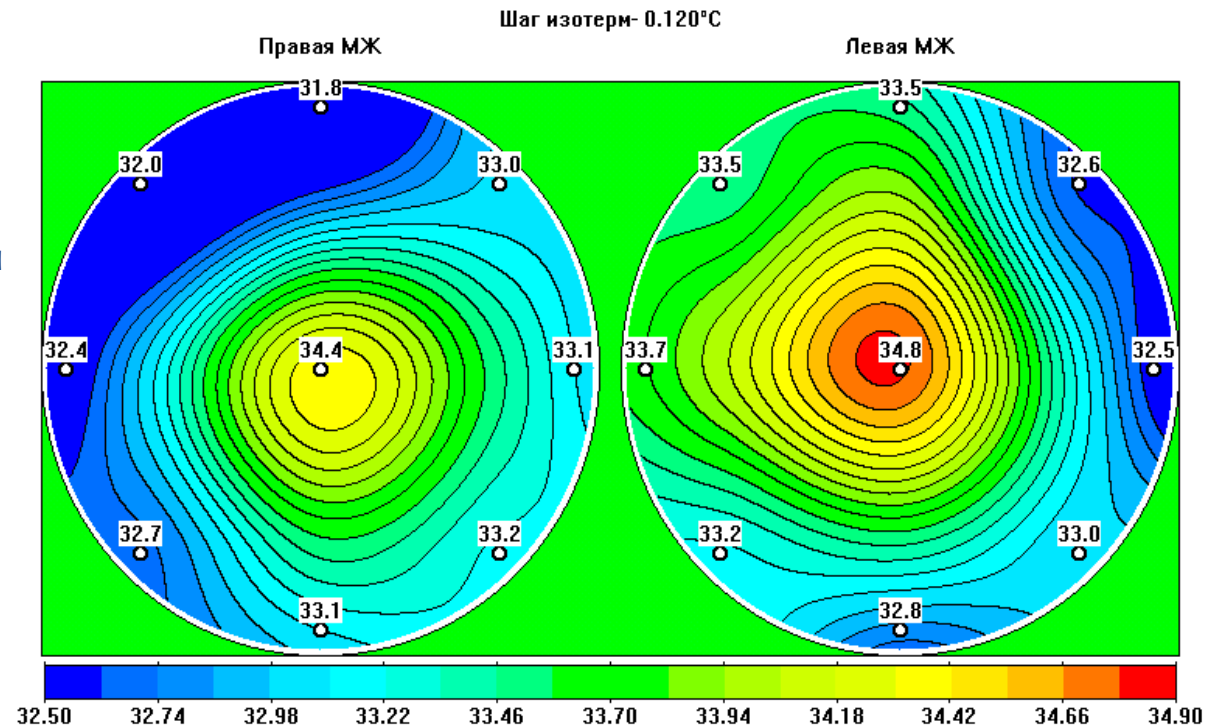
Метод анализа термометрических данных

3. Построение моделей бинарной классификации патологии молочных желез на основе термометрических данных, обеспечивающие обоснование диагностического решения



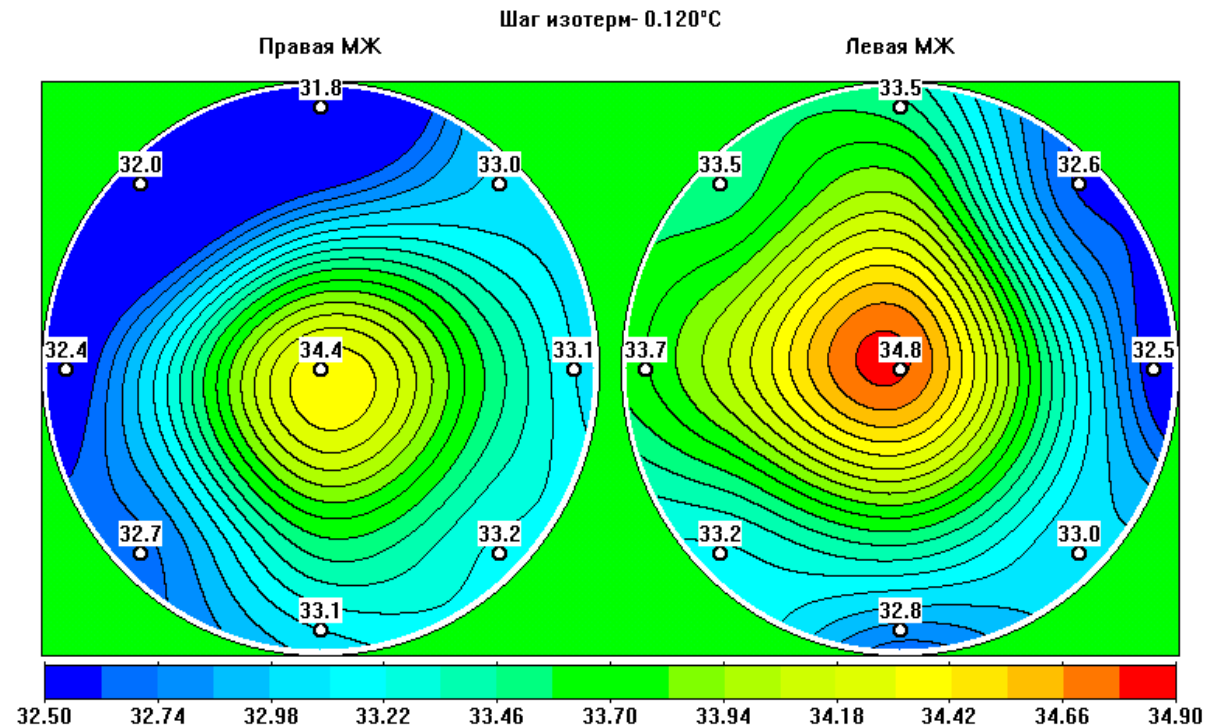
Результаты

- * Данный подход показал значительно большую эффективность как при принятии диагностического решения на основе работы алгоритмов классификации машинного обучения, так и при обосновании полученного решения.
- * Возьмем, для примера, вариант использования в качестве алгоритма классификации логистическую регрессию. При использовании в качестве признакового пространства значений температур в различных точках молочной железы получена чувствительность – 0.75 и специфичность – 0.81. При использовании в данном алгоритме классификации в качестве признакового пространства значений термометрических характеристик получена чувствительность – 0.89 и специфичность – 0.81. Аналогичные результаты были получены при использовании в качестве алгоритмов классификации искусственных нейронных сетей [8] и некоторых других алгоритмов.



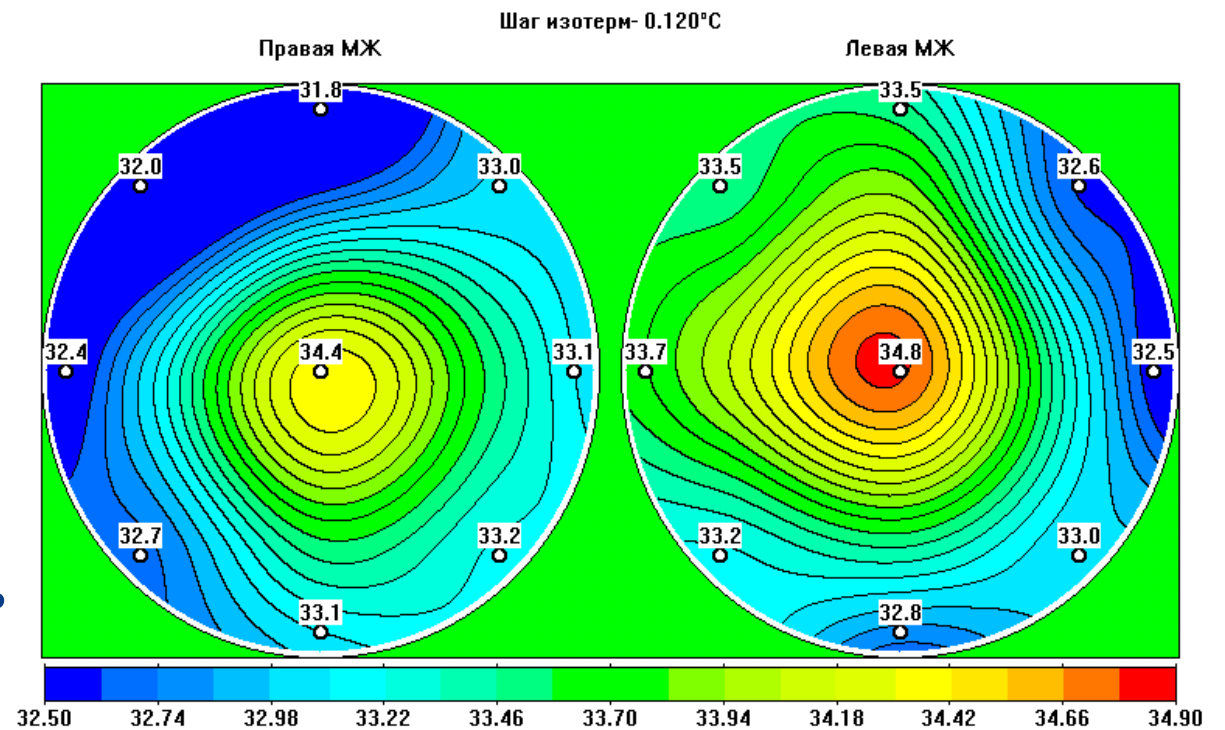
Результаты

- * Для сравнения приведем результаты диагностики рака молочной железы, которые были достигнуты в некоторых медицинских центрах России и США с помощью метода микроволновой радиотермометрии с 1997 года по 2013 год. Чувствительность диагностики колебалась от 0.85 (Medical College, Arkansa, USA) до 0.96 (Radiology Centre, Moscow, Russia) и даже до 0.98 (Burdenko Hospital, Moscow, Russia). Специфичность диагностики колебалась от 0.57 (Radiology Centre, Moscow, Russia) до 0.88 (Burdenko Hospital, Moscow, Russia). Отметим, что данные результаты были получены весьма квалифицированными специалистами, имевшими достаточно большой опыт медицинской практики.



Результаты

- * Использование метода голосования набора алгоритмов классификации позволяет поставить правильный диагноз, а анализ и интерпретация работы некоторых из них и обосновать его. При использовании в ансамбле в качестве алгоритмов классификации искусственной нейронной сети, логистической регрессии и леса решений чувствительность колеблется в районе 0.88 - 0.92, а специфичность в районе 0.85 - 0.9.



Спасибо за внимание!

