

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный университет»
Кафедра математического анализа и теории функций

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗАДАЧАХ
АНАЛИЗА ТЕРМОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ**
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки
профиль «Математический анализ и компьютерные науки»

ВЫПОЛНИЛ:

студент гр. МКНб-211
Скобей Илья Вадимович

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:

д.ф.-м.н.,
проф. кафедры МАТФ
Лосев Александр Георгиевич

РАБОТА ДОПУЩЕНА К ЗАЩИТЕ:

зав. кафедрой МАТФ
д.ф.-м.н., доцент
Клячин Алексей Александрович

«__» _____ 20__ г.
(протокол № __ заседания кафедры)

Содержание

Введение	2
1 Метод построения признаковых пространств в задачах анализа термометрических данных.	4
1.1 Обобщение существующих идей в анализе термометрических данных для построения признакового пространства.	4
1.1.1 Математическая модель Лосева-Левшинского.	5
1.1.2 Представление органов пациентов в математическом виде.	6
1.1.3 Симметрия	15
1.1.4 Моделирование процесса с физической точки зрения	17
1.2 Построение признаков	19
1.2.1 Вычисление аналогов производных и лапласианов.	19
1.2.2 Учет опорных точек.	22
1.2.3 Симметричные вектора и их построение.	25
1.2.4 Построение общего набора признаков.	28
2 Отбор признаков для эффективного выявления температурных аномалий и построение моделей машинного обучения на их основе для решения задач диагностики различных органов.	30
2.1 Отбор признаков.	30
2.1.1 Оценка информативностей полученных признаков.	31
2.1.2 Отбор признаков по информативности.	32
2.1.3 Отбор признаков по корреляции.	33
2.2 Построение и результаты применения математических моделей искусственного интеллекта на отобранном признаковом пространстве для решения задач диагностики различных органов.	35
2.2.1 Математические модели на основе полученного с помощью отбора множества информативных признаков для диагностики заболеваний молочных желез.	35
2.2.2 Математические модели на основе полученного с помощью отбора множества информативных признаков для принятия решения об эффективности продолжения проведения сеансов КЦГ для пациентов с нарушением сознания.	38
2.2.3 Математические модели на основе полученного множества информативных признаков для диагностики заболеваний яичников.	41
Заключение	42
Приложение	44
Список литературы	145

Введение

Современные достижения в области искусственного интеллекта (ИИ) и математического моделирования открывают новые возможности для решения задач медицинской диагностики, в частности, анализа термометрических данных. РТМ-метод (радиотермометрический метод, метод комбинированной термометрии) — это метод диагностики заболеваний, сопровождающихся изменениями внутренней температуры и температуры кожи. Он основан на неинвазивном выявлении температурных аномалий внутренних тканей и кожных покровов [1]. Этот подход является скрининговым методом и массово используется при комплексной оценке состояния пациента врачами. Температурные данные сложны для анализа, и для качественной постановки диагноза требуется высокая квалификация. Но сам скрининг проводится необязательно опытными врачами, поэтому трактовка температурных данных может быть непростой задачей для многих медиков. В виду популярности метода использование систем ИИ позволяет ускорить процесс диагностики и помочь проанализировать результаты врачам-онкологам разного уровня квалификации, которые являются пользователями таких систем. Для применения решения, использующего ИИ, необходима не только удовлетворительная точность диагностики или прогноза состояния человека, но также и интерпретируемость модели, так как врачу важнее понимать почему получился такой ответ даже в угоду потери некоторой точности. В работе [2] был предложен метод построения признакового пространства и отбора, были рассмотрены общие явления и предложены обобщенные признаки, алгоритм отбора и информативности. Ранее для диагностики рака молочной железы, используя этот метод построения и отбора признаков, была построена математическая модель А.Г. Лосевым и В.В. Левшинским [2], которая показывала отличные результаты в данной задаче. Для нее были отобраны характеристики, зависящих от изначальных температур, описывающих состояние пациента. В дальнейшем этот же набор хорошо показал себя в задаче классификации "здоров/группа риска" для того же органа. Следует отметить, что в зависимости от отбора количество признаков, полученных с помощью метода из [2], может разниться. Здесь рассматривается набор, состоящий из 62 признаков, которые являются подмножеством 65 характеристик, описанных в [2]. В последующих работах А.Г. Лосева, И.Е. Попова, А.С. Резниковой и других участников научного семинара под руководством А.Г. Лосева и И.В. Гермашева также рассматривались и успешно решались другие проблемы, в частности улучшения качества обучающей выборки [3]. Для других органов также проводились исследования со своими задачами, в которых признаковое описание объектов создавался с нуля. Во всех этих задачах использовались общие идеи, характерные в целом для исследований температурных полей с помощью РТМ-метода. Были созданы хорошие, тонкие системы ИИ для диагностики венозно-сосудистых заболеваний нижних конечностей, рака молочной железы [4],[5]. Также намечены идеи и подходы для построения признаковых пространств в задачах анализа термометрических данных [2], [4]. В данной выпускной квалификационной работе принимается попытка обобщить и формализовать эти идеи и использованные ранее подходы для разработки универсального метода построения признаковых пространств. Универсальность должна проявляться в том, чтобы метод подходил для любых задач классификации

пациентов на основе их температурных полей любого органа.

Актуальность данной темы заключается в создании математических моделей и методов для целей медицинской диагностики с помощью РТМ-метода.

Проблематика исследования связана с необходимостью обобщения и формализации существующих идей обработки термометрических данных, учитывающих сложную природу температурных распределений. Зачастую для разных органов эффективные наборы признаков, характеризующие температурные аномалии, отличаются. Более того нередко даже в одном органе в двух разных задачах признаковые пространства могут не совпадать. На данный момент для каждого нового органа признаки создаются с нуля под новую задачу, основываясь на общих идеях — симметрии температурного поля и физической природы поведения температур. Это создает необходимость формализации этих идей и разработки универсального метода создания признаковых пространств на их основе.

Цель работы заключается в разработке метода построения признаковых пространств для построения новых математических моделей искусственного интеллекта или уточнения существующих в задачах анализа термометрических данных.

Задачи исследования:

1. Разработать метод построения признакового пространства, характеризующего температурные поля произвольного органа, основанный на математических моделях температурных полей, а также физиологических и геометрических особенностей обследуемого органа.
2. Провести генерацию и отбор признаков, характеризующего температурные поля произвольного органа.
3. Сделать оценку полученных признаков с помощью нахождения информативных интервалов и значений информативностей.
4. Построить и протестировать математические модели ИИ на основе предложенного признакового пространства для оценки качества полученных признаков.

Объект исследования — термометрические данные, полученные для парных (или симметричных) органов (молочные железы, головной мозг, яичники), представленные в виде двумерных схем измерений кожных и глубинных температур.

Предмет исследования — математические модели искусственного интеллекта, использующие признаки, основанные на физических характеристиках температурных полей и их симметриях, для диагностики патологических состояний.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- Предложен метод построения признакового пространства, формализующий и обобщающий идеи, намеченные до этого исследователями научного семинара Волгоградского государственного университета.

Практическая значимость работы заключается в создании инструментария для автоматизированного анализа термометрических данных, который может быть использован в медицинской практике для ранней диагностики заболеваний. Разработанные методы позволяют повысить точность выявления аномалий в температурных полях, что особенно важно для диагностики онкологических и воспалительных процессов. Полученные результаты могут быть внедрены в системы компьютерной диагностики, а также использованы для поддержки принятия клинических решений.

Методы исследования включают:

- Математическое моделирование с использованием уравнения теплопроводности и методов конечных разностей.
- Алгоритмы обработки данных, включая фильтры Собеля для вычисления производных и анализ симметрий.
- Методы машинного обучения (логистическая регрессия, случайный лес, градиентный бустинг) для построения моделей классификации.
- Статистические методы для оценки информативности признаков (корреляция Пирсона, GML-информативность).

Публикации. Наиболее информативные признаки, построенных с помощью прототипа предлагаемого метода, в задаче диагностики состояния пациентов с нарушением сознания, а также их анализ были опубликованы в виде тезисов в сборнике конференции IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века" (Пермь, 2024).

Структура работы. Работа состоит из введения, двух глав, заключения, приложения и списка литературы. Первая глава посвящена разработке метода построения признакового пространства на основе физических характеристик и симметрий. Вторая глава содержит результаты применения разработанных моделей к данным молочных желез, головного мозга и яичников. В заключении подводятся итоги исследования и намечаются перспективы дальнейших работ. Приложение включает дополнительные материалы, такие как таблицы и иллюстрации. Список литературы содержит использованные источники.

1 Метод построения признаковых пространств в задачах анализа термометрических данных.

1.1 Обобщение существующих идей в анализе термометрических данных для построения признакового пространства.

Как и в любой задаче для построения модели необходим некоторый интуитивный фундамент на основе которого будет строиться строгое описание процесса. Рассмотрим математическую

модель, построенную для классификации рака молочной железы, выделим оттуда общие идеи и используем необходимые определения.

1.1.1 Математическая модель Лосева-Левшинского.

В работах [2], [4], [5] А.Г. Лосевым и В.В. Левшинским были построены математические модели для диагностики рака молочной железы и венозных заболеваний нижних конечностей. Модели были построены на основе физиологии рассматриваемых органов с учетом медицинского опыта и описания процесса с математической и физической точки зрения. Следует отметить, что эти модели показывают хорошие результаты на рассматриваемых задачах. В частности несмотря на то, что на значениях температур без всякой обработки диагностические системы имели неплохие результаты, рассматриваемая модель превзошла их и доказала свое превосходство и в качестве и, что более важно, в интерпретации классификации [5]. Вообще говоря А.Г. Лосев и В.В. Левшинский разработали метод построения и отбора признаков, а также оценки их информативностей [2]. Применяв его для молочных желез были отобраны 65 признаков, которые характеризуют пациентов. В этой задаче по всей видимости авторы смогли добиться в принципе "потолка" по качеству диагностики, осуществляемой построенной системой ИИ. Это подтверждается тем, что качество диагностики системой ИИ совпадает с уровнем высоко квалифицированных врачей-онкологов в онкоцентрах. В связи с этим построение новых признаков для этой задачи скорее является дополнением к существующим признакам лишь для возможного улучшения интерпретации результатов, нежели улучшения качества классификации. В качестве краткого описания будут приведены необходимые для этой работы определения, гипотезы и функции, используемые в математической модели Лосева-Левшинского. А.Г. Лосев и В.В. Левшинский при решении задач анализа термометрических данных для диагностики венозных заболеваний и рака молочной железы вводили понятие признака и описывали математическую модель с их помощью [2]. Приведем определение признака в соответствии с работой [2].

Определение. Термометрический признак — это тройка $\phi = (f, I, W)$, где:

- f — функционал
- I — интервал,
- W — вес (информативность f на I) или количественный показатель, определяющий, насколько хорошо признак отделяет объекты одного класса от других классов.

Термометрический признак считается *выполненным* (наблюдается у объекта x_i), если $f(x_i) \in I$.

Текущая работа напрямую связана с первой компонентой этой тройки, остальные же компоненты затрагиваются совсем немного, в основном используя уже существующие подходы. Также необходимо привести положения дескриптивной математической модели диагностического состояния из [5], которые являются основой математической модели:

- Положение о незначительном перепаде температур, согласно которому для здоровых органов, либо частей тела, характерны невысокие меры разброса температур.
- Положение о «зеркальной» симметрии температур парных органов (частей тела), согласно которому для здоровых парных органов характерно незначительное отклонение температур в соответствующих точках (подобластях), а также незначительная разность сопутствующих характеристик.
- Положение о «стабильности» значений температур, согласно которому для здоровых органов, либо частей тела, характерны незначительные различия значений температур, измеренных при различных положениях пациента.
- Положения об особенностях физиологического строения органов.

Для моделирования гипотез авторами были выбраны следующие функции:

- максимум
- минимум
- осцилляция, как разность между максимумом и минимумом
- $\mathbb{R}_1^n, \mathbb{R}_2^n, \mathbb{R}_\infty^n$ нормы, обозначаемые через $\| \cdot \|_1, \| \cdot \|_2, \| \cdot \|_\infty$
- среднеквадратичное отклонение
- среднее значение

Эти же функции используются и в предлагаемом методе. Теперь после введения необходимых определений и идей (положений) рассматривается описание предлагаемого обобщающего подхода к построению признаков для выявления температурных аномалий.

1.1.2 Представление органов пациентов в математическом виде.

Рассмотрим температурное поле произвольного органа в пространстве. Вообще говоря органу можно сопоставить некоторый геометрический объект, который описывает орган в некотором приближении. Например молочные железы можно рассматривать абстрактно как некие полушары; голени — как цилиндры; головной мозг — как параллелепипед. Для удобства будем считать, что это единичные объекты (единичная сфера, цилиндр с единичной высотой и радиусом равным 1 в основании). Принимая такое предположение температурное поле можно рассматривать на поверхностях этих геометрических объектов без дополнительной нормализации. Отметим, что с помощью комбинированной термометрии фиксируются как кожные температуры, так и температуры на глубине в несколько сантиметров. По этой причине естественно рассматривать температурные поля органа "слоями": первый слой - кожные температуры, второй слой - глубинные. Таким образом переходя от произвольного органа к конкретному геометрическому объекту в трехмерном евклидовом пространстве мы рассматриваем определенный слой этого объекта. Соответственно проецируя геометрическое

телу при формировании конечных матриц, температуры в точке (x, y) берутся в соответствии со слоем. Применим ряд математических преобразований к полученному геометрическому объекту:

1. Проекция геометрического объекта из трехмерного евклидова пространства на евклидову плоскость.
2. Сопоставление проекции со схемой измерений.
3. Преобразование фигуры на плоскости в регулярную сетку с равным расстоянием между соседними вертикальными и горизонтальными элементами.
4. Присвоение узлам сетки значений температурного поля в соответствующих точках.

Проекция геометрического объекта из трехмерного евклидова пространства на евклидову плоскость.

Рассмотрим евклидову плоскость, где каждая точка имеет некоторые координаты (x, y) . Каждой из этих точек присвоим некоторое фиксированное значение температуры. Температурным полем T будем называть множество значений температур $T(x, y)$ на этой плоскости. Через $T(x, y)$ соответственно обозначается конкретная температура в этой матрице, где x, y - координаты рассматриваемой точки. Для того чтобы перейти к проекции органа используем оператор проекции на ось Oxy , где O — центр декартовой системы координат, ось x — ось абсцисс, ось y — ось ординат. Следует отметить важный нюанс: при проекции метод уже неявно использует некоторую симметрию органа. Орган в трехмерном пространстве, очевидно, можно представить разными способами (например, поворотами на угол ϕ). Для того, чтобы понять, как именно расположен орган перед проекцией следует рассматривать схему измерений. Схема измерений — это схема с указанием точек, в которых измеряли температуры, на проекции изучаемого органа на плоскость. Врачи при составлении этой схемы, опираясь на свои знания, опыт, физическое и геометрическое описание органа (в том числе с его симметриями), выбирают плоскость для проекции. Так как известные данные это лишь температуры измеренные именно врачами по составленной схеме измерений, метод, очевидно, использует ту же плоскость для проекции, что и медики. Оператор проекции на плоскость Oxy задаётся матрицей [6]:

$$P_{Oxy} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

которая действует на вектор $\mathbf{r} = (x, y, z)^T$ следующим образом:

$$P_{Oxy}\mathbf{r} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Применяя этот оператор ко всем точкам геометрического объекта получаем его проекцию на плоскость.

Сопоставление проекции со схемой измерений.

Так как схема измерений есть размеченная проекция, то без ограничения общности можно перейти от проекции к схемам измерений. Будем считать, что значения температурного поля нам даны лишь в точках, указанных на схеме измерений. То есть на самом деле нам дан дискретный набор температур, измеренных по определённой схеме на плоскости, представляющей проекцию органа пациента (рассматривается левый или правый орган из пары по отдельности). Этот набор обозначим как $S = \{\mathbf{p}_i = (x_i, y_i), T(\mathbf{p}_i)\}_{i=1}^N$, где $\mathbf{p}_i = (x_i, y_i)$ — координаты точки измерения в двумерном евклидовом пространстве, а $T(\mathbf{p}_i)$ — соответствующая температура.

Преобразование прямоугольника в регулярную сетку с равным расстоянием между соседними вертикальными и горизонтальными элементами.

Метод разработан для прямоугольных и круговых схем измерений. Для других форм требуется дополнительная адаптация алгоритма, которая здесь не рассматривается.

1. Прямоугольные схемы

Схема измерений представляет собой прямоугольник, на котором заданы точки измерений. Эти точки непосредственно принимаются за узлы регулярной сетки, так как схема изначально имеет прямоугольную структуру. Таким образом, координаты точек измерений $\mathbf{p}_i = (x_i, y_i)$ из набора $S = \{\mathbf{p}_i = (x_i, y_i), T(\mathbf{p}_i)\}_{i=1}^N$ формируют узлы сетки без дополнительного преобразования. Сетка определяется как декартово произведение уникальных координат $X = \{x_0, x_1, \dots, x_m\}$ и $Y = \{y_0, y_1, \dots, y_n\}$, где m и n — количество уникальных координат по осям x и y , соответственно:

$$\mathcal{G} = X \times Y = \{(x_i, y_j) \mid i = 0, \dots, m; j = 0, \dots, n\}.$$

2. Круговые схемы

Для круговых схем измерений выполняются следующие шаги:

- (a) *Вписывание круга в квадрат.* Вписываем круг в квадрат так, чтобы длина квадрата была равна диаметру круга.
- (b) *Деформация границы круга в границу квадрата.* Граница круга отображается на границу квадрата с помощью непрерывного отображения с сохранением относительного расположения точек схемы измерений (например, с использованием параметризации границы круга и её преобразования в границу квадрата).
- (c) *Построение регулярной сетки.* Размерность сетки определяется количеством точек, попадающих на диаметр круга (например, m), что задаёт размер сетки $m \times m$. Узлы сетки формируются как декартово произведение равномерных координат $X = \{0, \frac{1}{m-1}, \frac{2}{m-1}, \dots, 1\}$ и $Y = \{0, \frac{1}{m-1}, \frac{2}{m-1}, \dots, 1\}$:

$$\mathcal{G} = X \times Y = \{(x_i, y_j) \mid i = 0, \dots, m-1; j = 0, \dots, m-1\}.$$

- (d) *Интерполяция пустых значений.* Для узлов сетки, которые не имеют соответствия с точками измерений из схемы, значения температурного поля $T(x_i, y_j)$ определяются с помощью интерполяции (например, линейной, билинейной или сплайновой, в зависимости от контекста задачи) на основе ближайших известных значений $T(\mathbf{p}_i)$.

Присвоение узлам сетки значений температурного поля в соответствующих точках. Каждому узлу сетки $(x_i, y_j) \in \mathcal{G}$ сопоставляется значение температурного поля $T(x_i, y_j)$ в зависимости от рассматриваемого слоя. Для этого узлы нумеруются слева направо и сверху вниз с индексами (i, j) , где i — номер строки, j — номер столбца (нумерация начинается с 0). Температуры записываются в матрицу T , где элемент $T_{i,j}$ соответствует температуре соответствующего слоя в узле (x_i, y_j) . Если значение температуры в узле отсутствует, оно заполняется интерполированным, как описано выше.

Таким образом, для каждой стороны и для каждого уровня глубины (слоя) формируются матрицы температур:

$$\begin{aligned}
 1. \quad T_{\text{left}}^{\text{skin}} &= \begin{pmatrix} t_{11}^{\text{LeftSkin}} & \dots & t_{1m}^{\text{LeftSkin}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{n1}^{\text{LeftSkin}} & \dots & t_{nm}^{\text{LeftSkin}} \end{pmatrix} \\
 2. \quad T_{\text{left}}^{\text{inner}} &= \begin{pmatrix} t_{11}^{\text{LeftInner}} & \dots & t_{1m}^{\text{LeftInner}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{n1}^{\text{LeftInner}} & \dots & t_{nm}^{\text{LeftInner}} \end{pmatrix} \\
 3. \quad T_{\text{right}}^{\text{skin}} &= \begin{pmatrix} t_{11}^{\text{RightSkin}} & \dots & t_{1m}^{\text{RightSkin}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{n1}^{\text{RightSkin}} & \dots & t_{nm}^{\text{RightSkin}} \end{pmatrix} \\
 4. \quad T_{\text{right}}^{\text{inner}} &= \begin{pmatrix} t_{11}^{\text{RightInner}} & \dots & t_{1m}^{\text{RightInner}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{n1}^{\text{RightInner}} & \dots & t_{nm}^{\text{RightInner}} \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Приведем примеры преобразований и представления органов, на которых тестировался метод, а именно: молочных желез, головного мозга, яичников. Так как схемы измерений для мозга и яичников совпадают по структуре, то их случаи будут рассмотрены как один.

Пример преобразований и представления молочных желез

Молочные железы можно представить в виде полушары:

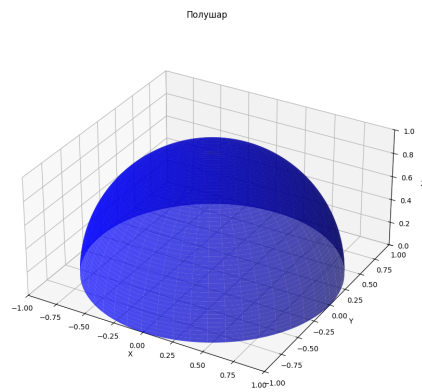


Рис. 1: Полушар, представляющий молочную железу

Проведем описанные преобразования для получения матриц температур:

1. Проекция геометрического объекта из трехмерного евклидова пространства на евклидову плоскость.

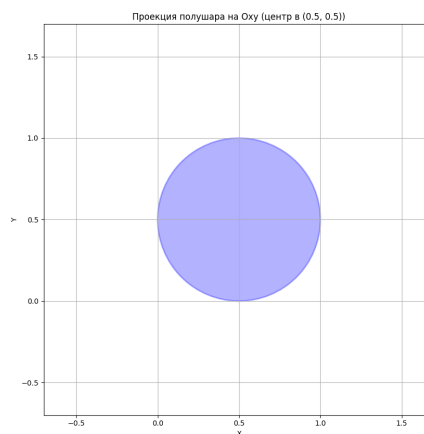


Рис. 2: Проекция

2. Сопоставление проекции со схемой измерений.

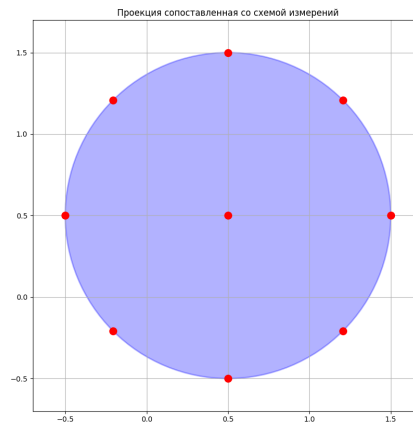


Рис. 3: Сопоставление проекции со схемой измерений.

3. Преобразование фигуры на плоскости в прямоугольник.

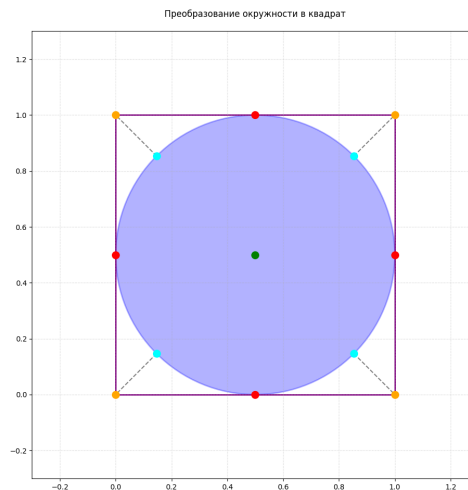


Рис. 4: Преобразование фигуры на плоскости в прямоугольник.

4. Преобразование прямоугольника в регулярную сетку с равным расстоянием между соседними вертикальными и горизонтальными элементами.

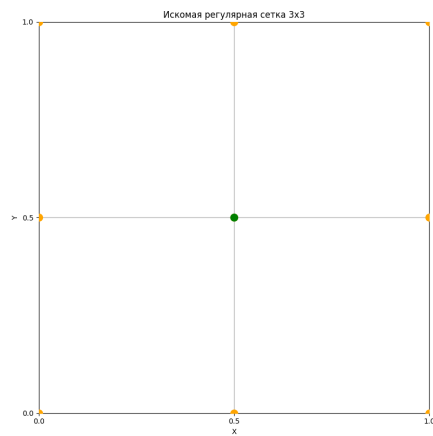


Рис. 5: Преобразование прямоугольника в регулярную сетку с равным расстоянием между соседними вертикальными и горизонтальными элементами.

5. Случай, если точек измерений меньше количества узлов в сетке.

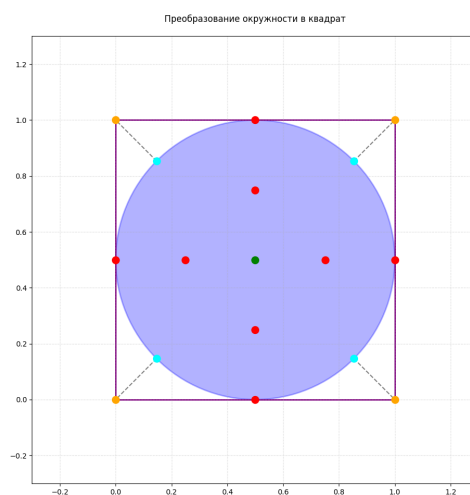


Рис. 6: Преобразование фигуры на плоскости в прямоугольник.

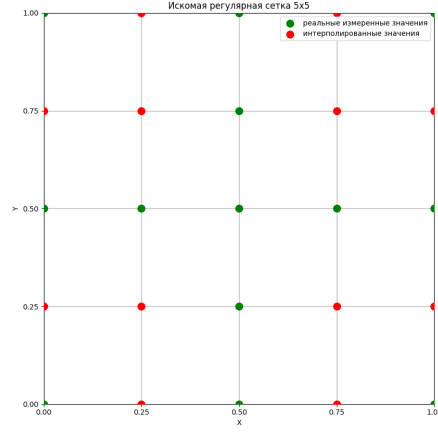


Рис. 7: Преобразование прямоугольника в регулярную сетку с равным расстоянием между соседними вертикальными и горизонтальными элементами.

6. Формирование матриц температур. Каждому из узлов сетки присваивается соответствующая температура в зависимости от рассматриваемых температур. Для кожных температур узлам сетки сопоставляются кожные температуры, для глубинных — глубинные температуры. Таким образом, для каждой стороны и для каждого уровня глубины формируются матрицы температур.

$$(a) \quad T_{\text{left}}^{\text{skin}} = \begin{pmatrix} t_{11}^{\text{LeftSkin}} & t_{12}^{\text{LeftSkin}} & t_{13}^{\text{LeftSkin}} \\ t_{21}^{\text{LeftSkin}} & t_{22}^{\text{LeftSkin}} & t_{23}^{\text{LeftSkin}} \\ t_{31}^{\text{LeftSkin}} & t_{32}^{\text{LeftSkin}} & t_{33}^{\text{LeftSkin}} \end{pmatrix}$$

$$(b) \quad T_{\text{left}}^{\text{inner}} = \begin{pmatrix} t_{11}^{\text{LeftInner}} & t_{12}^{\text{LeftInner}} & t_{13}^{\text{LeftInner}} \\ t_{21}^{\text{LeftInner}} & t_{22}^{\text{LeftInner}} & t_{23}^{\text{LeftInner}} \\ t_{31}^{\text{LeftInner}} & t_{32}^{\text{LeftInner}} & t_{33}^{\text{LeftInner}} \end{pmatrix}$$

$$(c) \quad T_{\text{right}}^{\text{skin}} = \begin{pmatrix} t_{11}^{\text{RightSkin}} & t_{12}^{\text{RightSkin}} & t_{13}^{\text{RightSkin}} \\ t_{21}^{\text{RightSkin}} & t_{22}^{\text{RightSkin}} & t_{23}^{\text{RightSkin}} \\ t_{31}^{\text{RightSkin}} & t_{32}^{\text{RightSkin}} & t_{33}^{\text{RightSkin}} \end{pmatrix}$$

$$(d) \quad T_{\text{right}}^{\text{inner}} = \begin{pmatrix} t_{11}^{\text{RightInner}} & t_{12}^{\text{RightInner}} & t_{13}^{\text{RightInner}} \\ t_{21}^{\text{RightInner}} & t_{22}^{\text{RightInner}} & t_{23}^{\text{RightInner}} \\ t_{31}^{\text{RightInner}} & t_{32}^{\text{RightInner}} & t_{33}^{\text{RightInner}} \end{pmatrix}$$

Пример преобразований и представления головного мозга/яичников

Головной мозг/яичники можно представить в виде куба, одно полушарие (левый или правый яичник) можно представить как параллелепипед $[1 \times 1 \times 0.5]$:

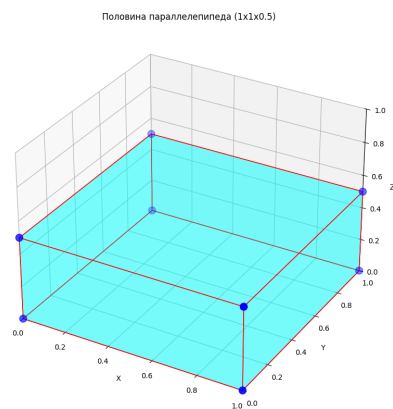


Рис. 8: Параллелепипед, представляющий полушарие головного мозга или один из яичников

Проведем описанные преобразования для получения матриц температур:

1. Проекция геометрического объекта из трехмерного евклидова пространства на евклидову плоскость.

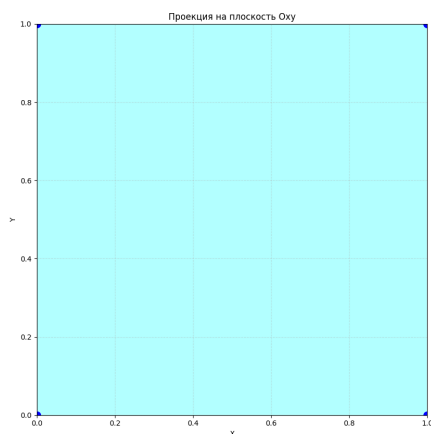


Рис. 9: Проекция

2. Сопоставление проекции со схемой измерений и преобразование в регулярную сетку.

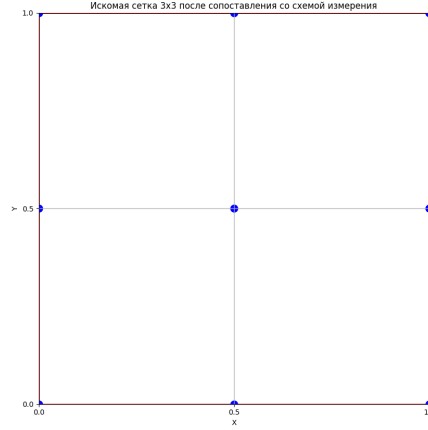


Рис. 10: Сопоставление проекции со схемой измерений.

3. Формирование матриц температур. Каждому из узлов сетки присваивается соответствующая температура в зависимости от рассматриваемых температур. Для кожных температур узлам сетки сопоставляются кожные температуры, для глубинных — глубинные температуры. Таким образом, для каждой стороны и для каждого уровня глубины формируются матрицы температур.

$$(a) \quad T_{\text{left}}^{\text{skin}} = \begin{pmatrix} t_{11}^{\text{LeftSkin}} & t_{12}^{\text{LeftSkin}} & t_{13}^{\text{LeftSkin}} \\ t_{21}^{\text{LeftSkin}} & t_{22}^{\text{LeftSkin}} & t_{23}^{\text{LeftSkin}} \\ t_{31}^{\text{LeftSkin}} & t_{32}^{\text{LeftSkin}} & t_{33}^{\text{LeftSkin}} \end{pmatrix}$$

$$(b) \quad T_{\text{left}}^{\text{inner}} = \begin{pmatrix} t_{11}^{\text{LeftInner}} & t_{12}^{\text{LeftInner}} & t_{13}^{\text{LeftInner}} \\ t_{21}^{\text{LeftInner}} & t_{22}^{\text{LeftInner}} & t_{23}^{\text{LeftInner}} \\ t_{31}^{\text{LeftInner}} & t_{32}^{\text{LeftInner}} & t_{33}^{\text{LeftInner}} \end{pmatrix}$$

$$(c) \quad T_{\text{right}}^{\text{skin}} = \begin{pmatrix} t_{11}^{\text{RightSkin}} & t_{12}^{\text{RightSkin}} & t_{13}^{\text{RightSkin}} \\ t_{21}^{\text{RightSkin}} & t_{22}^{\text{RightSkin}} & t_{23}^{\text{RightSkin}} \\ t_{31}^{\text{RightSkin}} & t_{32}^{\text{RightSkin}} & t_{33}^{\text{RightSkin}} \end{pmatrix}$$

$$(d) \quad T_{\text{right}}^{\text{inner}} = \begin{pmatrix} t_{11}^{\text{RightInner}} & t_{12}^{\text{RightInner}} & t_{13}^{\text{RightInner}} \\ t_{21}^{\text{RightInner}} & t_{22}^{\text{RightInner}} & t_{23}^{\text{RightInner}} \\ t_{31}^{\text{RightInner}} & t_{32}^{\text{RightInner}} & t_{33}^{\text{RightInner}} \end{pmatrix}$$

После того как мы перешли к матрицам глубинных и кожных температур, добавим информацию о производных по различным направлениям, лапласианах и отличиях температурных полей левого и правого органов. Однако перед этим необходимо сделать отступление про симметрии и физические обоснования будущих признаков.

1.1.3 Симметрия

В биологии и математике существует огромное множество различных видов симметрий, начиная от простых, например, центральных, заканчивая такими сложными структурами,

как, например, фрактальные симметрии [7], [8]. В задачах же анализа термометрических данных для математического моделирования процесса подходят далеко не все. Были выделены следующие типы симметрий как наиболее подходящие и оправданные для выявления температурных аномалий: осевая, центральная и радиальная.

Осевая симметрия

Осевая симметрия — это геометрическое преобразование, при котором каждая точка отражается относительно заданной прямой (оси). Температурное поле T обладает осевой симметрией относительно прямой L , если для любой точки P выполняется $T(R_L(P)) = T(P)$, где R_L — оператор отражения относительно L .

Общая формула отражения точки $\mathbf{x} = (x, y)$ относительно прямой L с нормальным вектором $\mathbf{n} = (a, b)$ и проходящей через точку $\mathbf{p} = (p_x, p_y)$ [9] задается как:

$$R_L(\mathbf{x}) = \mathbf{x} - 2 \frac{(\mathbf{x} - \mathbf{p}) \cdot \mathbf{n}}{\mathbf{n} \cdot \mathbf{n}} \mathbf{n}$$

Для точки $P = (x, y)$ отраженная точка $R_L(P)$ вычисляется по этой формуле, и $T(P) = T(R_L(P))$.

Примечание: $x \cdot y$ - скалярное произведение векторов x и y .

Центральная симметрия

Центральная симметрия — это симметрия относительно точки. Температурное поле T обладает центральной симметрией относительно точки $C = (a, b)$, если для любой точки P выполняется $T(I_C(P)) = T(P)$, где I_C — оператор инверсии через точку C . Общая формула для центрального отражения [9]:

$$I_C(\mathbf{x}) = 2C - \mathbf{x}$$

В координатах для точки $\mathbf{x} = (x, y)$ это принимает вид:

$$I_C(x, y) = (2a - x, 2b - y)$$

Температура в этих точках должна совпадать: $T(x, y) = T(2a - x, 2b - y)$.

Центральную симметрию можно получить как композицию двух осевых симметрий относительно взаимно перпендикулярных осей. Например, для точки $C = (0, 0)$:

$$R_y R_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} = -I$$

где $-I$ соответствует центральной симметрии относительно начала координат. Ввиду этого факта при реализации генерации признаков центральная симметрия отдельно не рассматривалась, так как осуществлялась при конструировании характеристик на основе осевых симметрий.

Радиальная симметрия

Биологическое предположительное обоснование.

Радиальная симметрия температурного поля вокруг точки O (предположительного центра органа) у здоровых пациентов обусловлена следующими физиологическими факторами:

1. Предполагается, что у здоровых обеспечиваются близкие значения температур, то есть малый разброс. У больных напротив — большой.
2. Здоровые органы лишены участков с аномально высокими или низкими температурами. Именно такие очаги, как правило, имеют локальный характер и нарушают радиальную симметрию, создавая "горячие" или "холодные" точки.

Радиальная симметрия подразумевает инвариантность относительно поворотов вокруг точки $O = (x_O, y_O)$. Температурное поле T обладает радиальной симметрией, если $T(R_\theta(P)) = T(P)$ для любого угла θ , где R_θ — поворот вокруг O [6]:

$$R_\theta = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$$

Таким образом, мы будем строить признаки, используя эти симметрии и принимая гипотезу о том, что у здоровых людей наблюдается симметрия, а у остальных — нет.

Однако, очевидно, что в реальном мире идеальная математическая симметрия в термометрии человеческих органов не наблюдается. Вместо нее корректнее использовать квазисимметрию — приближение математической симметрии, считая что наличие квазисимметрии характерно для здоровых органов, а для больных — нет. Отличие квазисимметрии заключается в том, что мы допускаем отличия температур в симметричных на плоскости точках на малую величину ϵ . Определение величины ϵ и реализация симметрий для построения признаков будет описано позднее.

1.1.4 Моделирование процесса с физической точки зрения

Рассматривая задачу с физической точки зрения, внутри органа происходит теплообмен, описываемый различными уравнениями и физическими законами. РТМ-метод также основан на множестве отдельных уравнений и законов [1],[10], [11], [12]. Приведем основные из них:

1. Уравнение Рэлея-Джинса:

$$B_\nu(T) = \frac{2\nu^2 k_B T}{c^2},$$

где k_B — постоянная Больцмана ($1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К); T — температура [К]; $\lambda = c/\nu$ — длина волны [м]; c — скорость света ($3 \cdot 10^8$ м/с); ν — частота волны [Гц].

2. Закон Планка:

$$B_\nu(T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{h\nu/(k_B T)} - 1},$$

где h — постоянная Планка ($6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с).

3. Уравнения Максвелла:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} + \nabla \times \vec{E} &= 0; & \vec{B} &= \mu \vec{H}; \\ \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} - \nabla \times \vec{H} &= 0; & \vec{D} &= \varepsilon \vec{E}.\end{aligned}$$

4. Уравнение теплопереноса:

$$\rho(\vec{r})C(\vec{r})\frac{\partial T(\vec{r}, t)}{\partial t} = \nabla \cdot (\lambda(\vec{r})\nabla T(\vec{r}, t)) + Q_{bl}(\vec{r}, t) + Q_{met}(\vec{r}, t) + Q_{can}(\vec{r}, t),$$

где $\rho(\vec{r})$ – плотность [кг/м³], $C(\vec{r})$ – удельная теплоемкость [Дж/(кг·К)], $\lambda(\vec{r})$ – коэффициент теплопроводности [Вт/(м·К)], Q_{bl} – количество теплоты, выделяемое кровотоком [Вт/м³], Q_{met} – количество теплоты, выделяемое в результате метаболических процессов биотканями [Вт/м³], Q_{can} – количество теплоты, выделяемое опухолью [Вт/м³].

Во всех этих уравнениях фигурируют не только значения температурного поля, но и его первые и вторые производные. Также немаловажную роль играют краевые условия общие для этих уравнений. Использование этих замечаний в признаках должно привести в них информацию о физическом процессе. Поэтому эти факторы будут учитываться для "добавления информации" в признаки. В качестве краевого условия будет использоваться условие Дирихле в виду его простоты.

Условие Дирихле

В общем случае условие Дирихле $u(\mathbf{x}, t) = g(\mathbf{x}, t)$ на границе $\partial\Omega$ задает температуру на поверхности органа, равную функции $g(\mathbf{x}, t)$. Однако в рамках модели предполагается, что температура на поверхности органа остаётся постоянной в течение всего времени наблюдения. Это соответствует стационарному условию Дирихле [13]:

$$u|_{\partial\Omega} = g(\mathbf{x}),$$

где $g(\mathbf{x})$ определяется двумя разными способами для глубинных и кожных температур. Такое упрощение обосновано отсутствием информации о динамике граничной температуры и позволяет свести задачу к решению уравнения теплопроводности с фиксированными граничными значениями.

Для глубинных температур границей будем считать кожные температуры. То есть $g(\mathbf{x})$ есть некоторая функция, описывающая поведение кожных температур. Для кожных температур будем считать $g(\mathbf{x}) = 23^\circ\text{C}$. Это предположение исходит из того, что согласно пособиям врачей измерения проводят при температуре помещения в $20 - 25^\circ\text{C}$.

1.2 Построение признаков

1.2.1 Вычисление аналогов производных и лапласианов.

Даны матрицы глубинных и кожных температур T_{inner} , T_{skin} размером $m \times n$.

Для использования информации о производных и краевых условиях задача заключается в моделировании этих данных с помощью новых матриц.

Для каждой матрицы температур T (глубинной или кожной) размером $m \times n$ вычисляются следующие матрицы, которые затем используются для построения признаков для выявления температурных аномалии.

Производная по направлению z (внутренний градиент).

Поскольку измерения проводятся в плоскости (x, y) , но у нас есть данные о глубинных (T_{inner}) и кожных (T_{skin}) температурах, направление z моделируется используя эти данные. Производная по направлению z аппроксимируется как разность между глубинными и кожными температурами для каждого узла сетки:

$$G_z(i, j) = T_{\text{inner}}(i, j) - T_{\text{skin}}(i, j), \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n$$

Эта величина, называемая внутренним градиентом (терминология взята из работ А.Г. Лосева и В.В. Левшинского), отражает изменение температуры в направлении от поверхности кожи к глубине тканей. Матрица G_z размером $m \times n$ формируется для каждой пары органов (левого и правого).

Производные по направлениям x и y .

Для вычисления производных по направлениям x и y в дискретной сетке используется аппроксимация градиентов с помощью фильтров Собеля [14]. Фильтры Собеля учитывают изменения температуры в соседних узлах, взвешивая их с учётом направления.

Теоретическое обоснование ядер Собеля и лапласиана.

Ядра операторов Собеля и лапласиана выводятся из *аппроксимации производных конечными разностями* в дискретной сетке. Рассмотрим математические основания этих аппроксимаций [14].

Ядра Собеля.

Оператор Собеля основан на комбинации сглаживания и дифференцирования. Для производной первого порядка по направлению x используется центральная разность:

$$\frac{\partial T}{\partial x} \approx \frac{T(x + h, y) - T(x - h, y)}{2h}$$

С учётом сглаживания по перпендикулярному направлению y с весами $[1, 2, 1]$ (для уменьшения шума) получаем ядро S_x :

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}}_{\text{сглаживание по } y} \times \underbrace{\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}}_{\text{производная по } x}.$$

Аналогично, для производной по y :

$$S_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}}_{\text{производная по } y} \times \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}}_{\text{сглаживание по } x}.$$

Коэффициенты выбраны так, чтобы обеспечить *аппроксимацию второго порядка точности*. В данной работе фильтры применяются для матриц, которые не учитывают реальные расстояния между точками измерений. Поэтому без ограничения общности можно считать, что $h = 1$ и дополнительных нормировочных констант нет необходимости вводить.

Ядро лапласиана.

Лапласиан $\Delta T = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}$ аппроксимируется пятиточечным шаблоном. Вторая производная по x :

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \approx \frac{T(x+h, y) - 2T(x, y) + T(x-h, y)}{h^2},$$

по y :

$$\frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \approx \frac{T(x, y+h) - 2T(x, y) + T(x, y-h)}{h^2}.$$

Суммируя и принимая $h = 1$ получаем дискретное ядро:

$$L = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix},$$

что соответствует *аппроксимации второго порядка*. Для граничных условий используются поправки, которые будут описаны далее.

Фильтр Собеля для направления x (горизонтального):

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Фильтр Собеля для направления y (вертикального):

$$S_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Производные вычисляются путём свёртки матрицы температур T с соответствующими фильтрами:

$$G_x = T * S_x, \quad G_y = T * S_y$$

где $*$ обозначает оператор двумерной свёртки. Для элемента (i, j) матрицы G_x значение

вычисляется как:

$$G_x(i, j) = \sum_{k=-1}^1 \sum_{l=-1}^1 T(i+k, j+l) \cdot S_x(k+1, l+1)$$

Аналогично для G_y :

$$G_y(i, j) = \sum_{k=-1}^1 \sum_{l=-1}^1 T(i+k, j+l) \cdot S_y(k+1, l+1)$$

Для узлов на границе сетки (где $i = 1, m$ или $j = 1, n$) предполагается, что значения за пределами сетки равны граничным условиям из уравнения теплопроводности, то есть для кожных температур это $23^\circ C$, а для глубинных - это кожные температуры в соответствующих точках. В результате получаем две матрицы G_x и G_y размером $m \times n$, которые характеризуют изменения температуры в горизонтальном и вертикальном направлениях соответственно.

Дискретный аналог лапласиана.

Лапласиан температуры ΔT отражает кривизну температурного поля и связан с уравнениями описывающими процесс передачи тепла. В дискретном виде он аппроксимируется с помощью метода конечных разностей [14]. Для узла (i, j) дискретный аналог лапласиана вычисляется как:

$$\Delta T(i, j) = T(i-1, j) + T(i+1, j) + T(i, j-1) + T(i, j+1) - 4T(i, j)$$

Эта формула соответствует свёртке матрицы T с ядром:

$$L = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Для элементов на границе сетки необходимо учитывать граничные условия, вытекающие из физической модели:

- Для матриц глубинных температур (T_{inner}): если $i = 1, m$ или $j = 1, n$, то значения за пределами сетки принимаются равными соответствующим кожным температурам $T_{\text{skin}}(i, j)$, так как кожа является границей для глубинных температур.
- Для матриц кожных температур (T_{skin}): значения за пределами сетки принимаются равными $23^\circ C$, что соответствует температуре окружающей среды, принятой в модели.

Таким образом, матрица дискретного аналога лапласиана ΔT размером $m \times n$ вычисляется для каждой из четырёх исходных матриц температур с учётом указанных граничных условий. Эти матрицы отражают локальные особенности распределения тепла и используются в дальнейшем для формирования признакового пространства.

1.2.2 Учет опорных точек.

В дополнение к остальным данным одним из важных аспектов построения признакового пространства является интеграция информации об *опорных точках* — точках, которые помогают определить отличие значений температур в основных точках измерения от общей температуры пациента. Так как они находятся вне основной схемы измерений (например, круга или квадрата), метод использует информацию о них через построение относительных температурных матриц.

Дано: опорные точки.

Задача: включить информацию об этих точках в признаки добавлением новых матриц.

Относительные температурные матрицы.

Для каждого органа определяются:

- $T_{\text{central_rel}}^{\text{inner}}$ — центральная опорная точка глубинной температуры — глубинная температура в опорной точке, которую нельзя явно присвоить какому-то из органов (левому или правому) в паре.
- $T_{\text{central_rel}}^{\text{skin}}$ — центральная опорная точка кожной температуры — кожная температура в опорной точке, которую нельзя явно присвоить какому-то из органов (левому или правому) в паре.
- $T_{\text{rel},L}^{\text{inner}}$ — левая опорная точка глубинной температуры
- $T_{\text{rel},L}^{\text{skin}}$ — левая опорная точка кожной температуры
- $T_{\text{rel},R}^{\text{inner}}$ — правая опорная точка глубинной температуры
- $T_{\text{rel},R}^{\text{skin}}$ — правая опорная точка кожной температуры

Относительные матрицы вычисляются по формулам:

- $T_{\text{support, left}}^{\text{inner}}(i, j) = T_{L/R}^{\text{inner}}(i, j) - T_{\text{central_rel}}^{\text{inner}}$
- $T_{\text{support, left}}^{\text{skin}}(i, j) = T_{L/R}^{\text{skin}}(i, j) - T_{\text{central_rel}}^{\text{skin}}$
- $T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}(i, j) = T_{L/R}^{\text{inner}}(i, j) - T_{\text{central_rel}}^{\text{inner}}$
- $T_{\text{support, right}}^{\text{skin}}(i, j) = T_{L/R}^{\text{skin}}(i, j) - T_{\text{central_rel}}^{\text{skin}}$

(для центральных опорных точек)

- $T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(i, j) = T_L^{\text{inner}}(i, j) - T_{\text{rel},L}^{\text{inner}}$
- $T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(i, j) = T_L^{\text{skin}}(i, j) - T_{\text{rel},L}^{\text{skin}}$
- $T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}(i, j) = T_R^{\text{inner}}(i, j) - T_{\text{rel},R}^{\text{inner}}$
- $T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(i, j) = T_R^{\text{skin}}(i, j) - T_{\text{rel},R}^{\text{skin}}$

(для латеральных опорных точек)

Для этих матриц аналогично вычисляются матрицы дискретных аналогов производных по направлениям и лапласианов, а также матрицы разностей. Отличие лишь в том, что для производных по направлениям x , y и лапласиана граничное условие также скорректировано вычитанием из существующего условия значения опорной точки. Нотация в случае этих матриц расширяется добавлением нижнего индекса "support".

Матрица разностей левого и правого органа.

Для моделирования соответствия температурных полей между парными органами, предполагая, что в здоровом состоянии они обладают зеркальной квазисимметрией, строятся матрицы разностей. Этот подход позволяет оценить асимметрию между парными органами, что является важным диагностическим признаком.

Пусть T_L и T_R - матрицы одного типа (например, глубинных температур) для левого и правого органов соответственно, каждая размером $m \times n$. Матрица разностей D определяется как поэлементная разность:

$$D(i, j) = T_L(i, j) - T_R(i, j), \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n$$

где: - $T_L(i, j)$ - значение температуры (или её производной) в узле (i, j) левого органа - $T_R(i, j)$ - соответствующее значение для правого органа

Эта операция применяется ко всем типам матриц:

- Для исходных температур: $D^{\text{inner}} = T_L^{\text{inner}} - T_R^{\text{inner}}$, $D^{\text{skin}} = T_L^{\text{skin}} - T_R^{\text{skin}}$
- Для производных: $D_{G_x} = G_{x,L} - G_{x,R}$, $D_{G_y} = G_{y,L} - G_{y,R}$, $D_{G_z} = G_{z,L} - G_{z,R}$
- Для лапласианов: $D_{\Delta T} = \Delta T_L - \Delta T_R$

Для относительных температур с латеральными опорными точками:

$$D_{\text{rel}}^{\text{inner}}(i, j) = (T_L^{\text{inner}}(i, j) - T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}) - (T_R^{\text{inner}}(i, j) - T_{\text{right_support}}^{\text{inner}})$$

Особенность: для центральных опорных точек матрица разностей совпадает с абсолютной разностью, так как опорное значение одинаково для обоих органов:

$$D_{\text{rel, central}}^{\text{inner}} = T_L^{\text{inner}} - T_R^{\text{inner}} = D^{\text{inner}}$$

Полученные матрицы разностей характеризуют распределение термометрической асимметрии и используются наравне с другими матрицами при построении в дальнейшем симметричных векторов.

Итоговое представление объекта выборки.

Для каждого объекта формируется набор матриц, размерность которого зависит от количества используемых типов точек:

- **Базовый случай** (без опорных точек):

- 4 исходные матрицы температур: $T_L^{\text{inner}}, T_L^{\text{skin}}, T_R^{\text{inner}}, T_R^{\text{skin}}$
 - 12 производных матриц: $G_x, G_y, \Delta T$ для каждой исходной матрицы и 2 матрицы внутренних градиентов G_z и 9 матриц разностей D соответствующих каждой из пар левая/правая матрица.
 - Итого: 27 матриц
- **С центральными опорными точками:**
 - 27 базовых матриц
 - 4 относительных матриц для каждой из опорных точек, то есть $4n$, где n - количество центральных опорных точек:
 - * $T_{\text{rel, L/R}}^{\text{inner}}(i, j) = T_{L/R}^{\text{inner}}(i, j) - T_{\text{central_support}}^{\text{inner}}$
 - * $T_{\text{rel, L/R}}^{\text{skin}}(i, j) = T_{L/R}^{\text{skin}}(i, j) - T_{\text{central_support}}^{\text{skin}}$
 - 12 производных от относительных матриц ($G_x, G_y, \Delta T$), 2 матрицы внутренних градиентов G_z и 9 матриц разностей D соответствующих каждой из пар левая/правая матрица.
 - Итого: $27(1 + n)$ матриц, где n - это количество центральных опорных точек.
 - **С латеральными опорными точками (левая/правая):**
 - 27 базовых матриц
 - 2 относительные матрицы для каждой из опорных точек в паре, то есть всего $4n$, где n - количество пар опорных точек:
 - * $T_{\text{rel, L}}^{\text{inner}}(i, j) = T_L^{\text{inner}}(i, j) - T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}$
 - * $T_{\text{rel, L}}^{\text{skin}}(i, j) = T_L^{\text{skin}}(i, j) - T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}$
 - * $T_{\text{rel, R}}^{\text{inner}}(i, j) = T_R^{\text{inner}}(i, j) - T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}$
 - * $T_{\text{rel, R}}^{\text{skin}}(i, j) = T_R^{\text{skin}}(i, j) - T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}$
 - 6 производных от относительных матриц ($G_x, G_y, \Delta T$), 2 матрицы внутренних градиентов G_z для одной опорной точки и 4 матрицы разностей D соответствующих каждой из пар левая/правая матрица.
 - Итого: $27(1 + n)$ матриц, где n - это количество пар опорных точек.
 - **Полный набор (центральные + латеральные):**
 - 27 базовых матриц.
 - $27n_1$ матриц с n_1 центральными опорными точками.
 - $27n_2$ дополнительных матрицы с n_2 парами латеральных опорных точек.
 - Итого: $27(1 + n_1 + n_2)$ матриц.

1.2.3 Симметричные вектора и их построение.

Для моделирования симметрий в температурных полях и выявления квазисимметрий, характерных для здоровых органов, вводится понятие симметричных векторов. Данный подход позволяет формализовать анализ асимметрий, связанных с патологическими состояниями, и построить признаки, информативные для задач классификации.

Дано: матрицы ассоциируемые с пациентом.

Задача: сформировать наборы симметричных друг другу точек.

Определение симметричных векторов.

Рассмотрим матрицу температур T размером $m \times n$. Элементы матрицы $T(i, j)$, где $i = 1, \dots, m$, $j = 1, \dots, n$, соответствуют температурам в узлах регулярной сетки, как было указано выше. Без ограничения общности, тип матрицы ($T^{\text{inner}}, T^{\text{skin}}, G_x, G_y, G_z, \Delta T, D$) не конкретизируется, так как метод применим к любому типу матрицы, описывающей температурное поле или его производные.

Вектором \mathbf{v} в контексте данной задачи называется упорядоченное подмножество элементов матрицы T , заданное набором координат $\{(i_k, j_k)\}_{k=1}^r$, где r — размерность вектора, $1 \leq r \leq m \cdot n$. Элемент вектора $v_k = T(i_k, j_k)$ соответствует значению матрицы в точке (i_k, j_k) . Симметричным вектором \mathbf{v}' к вектору \mathbf{v} называется такой вектор, координаты которого $\{(i'_k, j'_k)\}_{k=1}^r$ связаны с координатами \mathbf{v} преобразованием симметрии (осевым отражением, зеркальным соответствием или радиальным поворотом), и \mathbf{v}' также является упорядоченным подмножеством элементов матрицы. Пара $(\mathbf{v}, \mathbf{v}')$ называется парой симметричных векторов, если \mathbf{v} и \mathbf{v}' симметричны друг другу относительно заданного преобразования.

Квазисимметрия.

Предполагается, что для здоровых органов значения температур в точках симметричных векторов v_k и v'_k отличаются не более чем на малую величину ϵ :

$$|v_k - v'_k| \leq \epsilon, \quad k = 1, \dots, r,$$

где ϵ определяется эмпирически на основе текущих данных для каждого из органов. Нарушение квазисимметрии (значительное отклонение $|v_k - v'_k| > \epsilon$) интерпретируется как индикатор температурной аномалии.

Типы симметрий и построение векторов.

Построение симметричных векторов основано на двух типах симметрий: внутриматричные осевые отражения и радиальные повороты. Примечание: так как центральная симметрия есть комбинация осевых, то отдельно она не рассматривается. Для каждой симметрии формируются все возможные пары симметричных векторов, с помощью которых в дальнейшем будут строиться признаки.

1. Внутриматричные осевые отражения

Осевая симметрия внутри матрицы T моделируется отражением точек относительно прямой L , заданной в пространстве индексов $\{1, \dots, m\} \times \{1, \dots, n\}$. Для построения всех возможных осей симметрии:

1. Выбираются две точки (i_1, j_1) и (i_2, j_2) в матрице, через которые проводится прямая L . Уравнение прямой в общем виде [6]:

$$ai + bj + c = 0,$$

где коэффициенты a, b, c определяются через координаты точек:

$$a = j_2 - j_1, \quad b = i_1 - i_2, \quad c = i_2 j_1 - i_1 j_2.$$

2. Для каждой точки (i, j) матрицы, не лежащей на прямой L , вычисляется её отражённая точка (i', j') относительно L . Оператор отражения R_L задаётся формулой [9]:

$$\begin{pmatrix} i' \\ j' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} i \\ j \end{pmatrix} - 2 \frac{ai + bj + c}{a^2 + b^2} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}.$$

Если $(i', j') \notin \{1, \dots, m\} \times \{1, \dots, n\}$, точка (i, j) исключается из рассмотрения, так как её отражение не принадлежит матрице.

3. Формируется максимальный симметричный вектор \mathbf{v} , включающий все точки (i, j) , для которых (i', j') принадлежит матрице. Соответствующий вектор \mathbf{v}' содержит элементы $T(i', j')$. Размерность вектора $r \leq \lfloor m \cdot n / 2 \rfloor$.
4. Из \mathbf{v} и \mathbf{v}' извлекаются все возможные подвекторы (упорядоченные подмножества координат), которые также являются симметричными. Например, если $\mathbf{v} = (T(i_1, j_1), T(i_2, j_2))$, то подвектор $\mathbf{v}_{\text{sub}} = (T(i_1, j_1))$ симметричен подвектору $\mathbf{v}'_{\text{sub}} = (T(i'_1, j'_1))$.

Для каждой оси L (определяемой парой точек) формируется множество симметричных векторов всех возможных размерностей $r = 1, \dots, r_{\text{max}}$, где r_{max} зависит от геометрии оси и матрицы. Итоговый набор симметричных векторов состоит из объединения этих множеств.

2. Радиальные повороты

Радиальная симметрия моделируется через повороты матрицы T относительно центральной точки $C = (m/2, n/2)$. Вектор \mathbf{v} считается симметричным вектору \mathbf{v}' , если \mathbf{v}' получается из \mathbf{v} путём поворота на угол θ , соответствующий углу между соседними элементами на границе регулярной сетки.

1. Матрица T размером $m \times n$ рассматривается как вектор \mathbf{v} размерностью $m \cdot n$, где элементы упорядочены, например, построчно:

$$\mathbf{v} = (T(1, 1), T(1, 2), \dots, T(m, n)).$$

2. Определяется угол поворота θ , соответствующий углу между соседними элементами на границе сетки. Граница сетки рассматривается как замкнутый контур, состоящий из узлов периметра прямоугольника, то есть точек с координатами (i, j) , где $i = 1, m$ или

$j = 1, n$. Общее количество узлов на границе (без учёта угловых точек, чтобы избежать дублирования) равно:

$$N_{\text{boundary}} = 2(m + n - 2).$$

Угол между соседними элементами на границе задаётся как:

$$\theta = \frac{360^\circ}{N_{\text{boundary}}} = \frac{360^\circ}{2(m + n - 2)}.$$

Для поворота на кратное количество таких углов ($k\theta$, где $k = 1, 2, \dots, N_{\text{boundary}} - 1$) определяется преобразование координат.

3. Для каждой точки (i, j) в матрице вычисляется её положение относительно центра $C = (m/2, n/2)$ в полярных координатах:

$$r = \sqrt{\left(i - \frac{m}{2}\right)^2 + \left(j - \frac{n}{2}\right)^2}, \quad \varphi = \arctan\left(j - \frac{n}{2}, i - \frac{m}{2}\right)$$

После поворота на угол $k\theta$, новая полярная координата:

$$\varphi' = \varphi + k\theta.$$

Соответствующая декартова координата (i', j') вычисляется как:

$$i' = \frac{m}{2} + r \cos \varphi', \quad j' = \frac{n}{2} + r \sin \varphi'.$$

Так как (i', j') может не совпадать с целочисленными узлами сетки, используется ближайший свободный узел:

$$(i', j') = \arg \min_{(p,q) \in \{1, \dots, m\} \times \{1, \dots, n\}} \sqrt{(p - i')^2 + (q - j')^2}.$$

Если $(i', j') \notin \{1, \dots, m\} \times \{1, \dots, n\}$, точка исключается из рассмотрения.

4. Для вектора $\mathbf{v} = (T(i_1, j_1), T(i_2, j_2), \dots, T(i_r, j_r))$ формируется симметричный вектор $\mathbf{v}' = (T(i'_1, j'_1), T(i'_2, j'_2), \dots, T(i'_r, j'_r))$, где (i'_k, j'_k) — координаты, полученные после поворота точки (i_k, j_k) на угол $k\theta$.
5. Из \mathbf{v} и \mathbf{v}' извлекаются все возможные подвекторы, как в случаях осевых и зеркальных симметрий. Подвекторы формируются как упорядоченные подмножества координат, сохраняющие симметрию.

Для упрощения вычислений рассматриваются только дискретные повороты на углы $k\theta$, где θ определяется структурой сетки. Максимальное количество различных углов поворота ограничено числом узлов на границе N_{boundary} , что обеспечивает конечное множество симметричных векторов.

3. Характеристики одиночных векторов.

Помимо анализа симметричных пар, важную информацию могут нести и отдельные векторы, описывающие локальные свойства температурного поля. Для каждого уникального вектора $\mathbf{v} = (v_1, v_2, \dots, v_r)$, сгенерированного в процессе построения симметричных пар, но рассматриваемого независимо, вычисляются следующие характеристики:

- Если размерность вектора $r = 1$ (отдельная точка), то признаком является само его значение в этой точке: $M(i, j)$, где M - матрица, которой принадлежит этот вектор.
- Если размерность $r > 1$, вычисляются статистические характеристики аналогичные типу 1 для симметричных векторов:

- Среднее значение: $\bar{v} = \frac{1}{r} \sum_{k=1}^r v_k$
- Стандартное отклонение: $\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{r} \sum_{k=1}^r (v_k - \bar{v})^2}$
- Максимум: $\max(v)$
- Минимум: $\min(v)$
- L_1 -норма: $\|\mathbf{v}\|_1 = \sum_{k=1}^r |v_k|$
- L_2 -норма: $\|\mathbf{v}\|_2 = \sqrt{\sum_{k=1}^r v_k^2}$
- Осцилляция: $\max(v) - \min(v)$

Эти характеристики позволяют оценить локальные свойства температурного поля безотносительно симметрии. При этом каждый вектор рассматривается как самостоятельный объект анализа.

1.2.4 Построение общего набора признаков.

После формирования пар симметричных векторов для каждой матрицы ($T^{\text{inner}}, T^{\text{skin}}, G_x, G_y, G_z, \Delta T$, их относительных аналогов с учётом опорных точек и всех возможных матриц разностей) выполняется вычисление признаков, характеризующих степень квазисимметрии и температурных аномалий. Признаки формируются на основе пар симметричных векторов $(\mathbf{v}, \mathbf{v}')$, где $\mathbf{v} = (v_1, v_2, \dots, v_r)$ и $\mathbf{v}' = (v'_1, v'_2, \dots, v'_r)$ — векторы размерности r , содержащие значения элементов матрицы в симметричных позициях.

Дано: матрицы и множество симметричных векторов для каждой из них.

Задача: построить искомый набор признаков.

Типы признаков.

Для каждой пары симметричных векторов $(\mathbf{v}, \mathbf{v}')$ вычисляются признаки восьми типов, основанные на комбинации статистических функций и операций над векторами. Пусть $\mathbf{x} = \mathbf{v}$, $\mathbf{y} = \mathbf{v}'$, а *MatrixStatistic* обозначает статистическую характеристику всей матрицы T , из которой извлечены векторы (например, среднее значение, максимум или стандартное отклонение элементов матрицы). Функции f, g, h выбираются из следующего множества статистических характеристик:

- Среднее значение: $f(\mathbf{x}) = \frac{1}{r} \sum_{k=1}^r x_k$,

- Стандартное отклонение: $f(\mathbf{x}) = \sqrt{\frac{1}{r} \sum_{k=1}^r (x_k - \bar{x})^2}$, где $\bar{x} = \frac{1}{r} \sum_{k=1}^r x_k$,
- Максимум: $f(\mathbf{x}) = \max_{k=1, \dots, r} x_k$,
- Минимум: $f(\mathbf{x}) = \min_{k=1, \dots, r} x_k$,
- L_1 -норма: $f(\mathbf{x}) = \sum_{k=1}^r |x_k|$,
- L_2 -норма: $f(\mathbf{x}) = \sqrt{\sum_{k=1}^r x_k^2}$,
- Осцилляция: $f(\mathbf{x}) = \max_{k=1, \dots, r} x_k - \min_{k=1, \dots, r} x_k$.

Типы признаков определяются следующим образом:

1. $f(\mathbf{x})$: Статистическая характеристика вектора \mathbf{v} , отражающая его обобщённые свойства (например, среднее значение или максимум), в случае, когда $\dim v = 1$ агрегатные функции не применяются, а само значение и есть признак. Важно отметить, что v может совпадать со всей матрицей, в таком случае признак есть некоторая характеристика рассматриваемой матрицы.
2. $f(\mathbf{x}) - g(\mathbf{y})$: Разность статистических характеристик симметричных векторов \mathbf{v} и \mathbf{v}' , позволяющая выявить асимметрию между ними.
3. $f(\mathbf{x}) - g(\mathbf{x})$: Аналогично предыдущему, но сравнение происходит в рамках одного и того же вектора \mathbf{v} или \mathbf{v}' .
4. $f(\mathbf{x} - \mathbf{y})$: Статистическая характеристика вектора разностей $\mathbf{x} - \mathbf{y} = (x_1 - y_1, x_2 - y_2, \dots, x_r - y_r)$, отражающая локальные отклонения между симметричными позициями.
5. $f(|\mathbf{x} - \mathbf{y}|)$: Статистическая характеристика вектора абсолютных разностей $|\mathbf{x} - \mathbf{y}| = (|x_1 - y_1|, |x_2 - y_2|, \dots, |x_r - y_r|)$, акцентирующая внимание на величине отклонений без учёта их знака.
6. $MatrixStatistic - f(\mathbf{x})$: Разность между глобальной статистической характеристикой матрицы (например, средним значением всех элементов T) и характеристикой вектора \mathbf{v} , что позволяет оценить отклонение локальных свойств вектора от глобальных. *MatrixStatistic* - статистическая характеристика рассматриваемой матрицы.
7. $g(MatrixStatistic - f(\mathbf{x}))$: Применение функции g к разности между *MatrixStatistic* и $f(\mathbf{x})$, усиливающее анализ отклонений (например, вычисление стандартного отклонения этой разности).
8. $f(MatrixStatistic - \mathbf{x})$: Статистическая характеристика вектора, полученного вычитанием элементов \mathbf{x} из глобальной характеристики *MatrixStatistic*, то есть $MatrixStatistic - \mathbf{x} = (MatrixStatistic - x_1, \dots, MatrixStatistic - x_r)$, что позволяет оценить относительное отклонение элементов вектора от глобального значения.

Формирование признакового пространства.

Для каждой матрицы и для каждой пары симметричных векторов вычисляются признаки 8 типов. Результирующее признаковое пространство формируется путём объединения всех признаков, вычисленных для всех пар симметричных векторов и всех матриц, описывающих пациента. Для сокращения размерности пространства и устранения избыточности признаков проводится их отбор с использованием статистических методов, таких как корреляция Пирсона [15] или GML-информативность [16], как указано в методах исследования. Отобранные признаки затем используются для построения и обучения математических моделей искусственного интеллекта, направленных на классификацию пациентов по наличию патологических состояний.

2 Отбор признаков для эффективного выявления температурных аномалий и построение моделей машинного обучения на их основе для решения задач диагностики различных органов.

Разработанный метод построения признаков был реализован с помощью языка программирования Python и таких библиотек как: pandas, numpy, polars, scipy, itertools, hashlib, math. Для отбора и построения моделей машинного обучения также использовались sklearn, collections, imblearn, xgboost. Было проведено множество численных экспериментов начиная от проб разных подходов к отбору признаков и заканчивая подбором гиперпараметров моделей искусственного интеллекта. В данном разделе представлены отбор построенных признаков и результаты применения предложенного метода для решения диагностических задач на основе термометрических данных трех органов: молочных желез, головного мозга и яичников. В этой главе будет рассмотрен наиболее удачный способ отбора признаков, сохраняющий качество и достоверность, что имеет критическое значения для малых баз данных. Следует отметить, что этот способ не является новым, а есть лишь очень небольшая модификация уже существующего способа построения информативных зон и отбора на их основе. Для каждого этапа отбора в приложении отведены отдельные таблицы с 50 наиболее информативными признаками и их интерпретацией. После описания методики отбора признаков будут рассмотрены конкретные модели и их настройка.

2.1 Отбор признаков.

Отбор признаков является ключевым этапом в процессе построения математических моделей искусственного интеллекта (ИИ). Его основная цель заключается в сокращении размерности признакового пространства, что позволяет минимизировать влияние так называемого "проклятия размерности" (curse of dimensionality) [17], а также выявить наиболее информативные и интерпретируемые характеристики, способствующие повышению качества и устойчивости

моделей. Проклятие размерности проявляется в экспоненциальном увеличении объема данных, необходимых для обучения модели, с ростом числа признаков, что может привести к переобучению и снижению обобщающей способности модели, особенно в условиях ограниченных баз данных. Кроме того, качественный отбор признаков открывает возможность обнаружения новых интерпретаций термометрических аномалий, что особенно важно для медицинской диагностики, где интерпретируемость модели играет критическую роль.

Ниже представлено математическое описание процесса отбора признаков, реализованного в данной работе, включая оценку информативности, фильтрацию по корреляции и формирование итогового набора признаков.

2.1.1 Оценка информативностей полученных признаков.

Рассмотрим определение признака из работы [2]. Построение признаков есть работа над первой компонентой тройки. Отбор связан со второй и третьей компонентами. Соответственно приведем определения информативной области и информативности. Для начала напомним определение термометрического признака.

Термометрический признак — это тройка $\varphi = (f, I, W)$, где f — функционал, I — информативная область, $W = W(f, I)$ — информативность или вес признака в выборке X (2.1). Термометрический признак считается **выполненным** (наблюдается у объекта x_i), если $f(x_i) \in I$. Удобно представление в виде предикатов, определённых на множестве объектов X :

$$\varphi: X \rightarrow \{0, 1\}.$$

Далее дадим определение информативной области. Обозначим

$$W_s = \sup_{I_\alpha} W(f, I),$$

где I_α — всевозможные подобласти числовой прямой, на которых указанная информативность имеет смысл.

Информативной областью множества значений функции f называется такое подмножество числовой прямой, на котором обеспечивается достижение величины W_s .

Информативность позволяет оценить, насколько хорошо признак отделяет объекты одного класса от всех остальных. Критерий информативности в данном методе основан на геометрическом среднем (Geometric Mean Length, GML) [16], который учитывает чувствительность и специфичность признака [18]:

$$\mathcal{I}_{\text{GML}}(I) = \sqrt{(1 - p_0(I)) \cdot p_1(I)},$$

где:

$$p_0(I) = \frac{|\{i : x_i \in I, y_i = 0\}|}{|\{i : y_i = 0\}|}, \quad p_1(I) = \frac{|\{i : x_i \in I, y_i = 1\}|}{|\{i : y_i = 1\}|}.$$

Хотя, вообще говоря, выбор информативности — это отдельная задача, поэтому этот крите-

рий является существенным параметром методики отбора. Оценка информативностей производится алгоритмом поиска информативных зон предложенный К.В. Воронцовым [19] и модифицированный А.Г. Лосевым и А.С.Резниковой, с дополнительным изменением под текущую задачу, введенным в этой выпускной квалификационной работе. Алгоритм заключается в количественной оценки информативности признаков с помощью построения информативных интервалов, основанного на расширении интервала значений признака от заданной начальной точки (в данном случае медианы) до тех пор, пока наблюдается улучшение критерия информативности. Пусть $X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ — значения признака для N объектов, а $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_N\}$ — соответствующие метки классов ($y_i \in \{0, 1\}$, где 0 — “здоров”, 1 — “больной”). Медиана признака $m = \text{median}(X)$ служит начальной точкой интервала $I = [l, r]$, где изначально $l = r = m$. Медиана была выбрана начальной точкой, так как является наиболее устойчивой характеристикой относительно выбросов, что улучшает устойчивость полученных информативных интервалов.

Процесс построения интервала заключается в итеративном расширении границ l и r с шагом δ :

$$l_{t+1} = l_t - \delta, \quad r_{t+1} = r_t + \delta,$$

где t — номер итерации, а δ определяется как доля диапазона значений признака (например, $\delta = p \cdot (\max(X) - \min(X))$, $p \in [0.01, 1.0]$). На каждой итерации вычисляется критерий информативности $\mathcal{I}(I_t)$ для текущего интервала $I_t = [l_t, r_t]$. Расширение продолжается, пока $\mathcal{I}(I_t) - \mathcal{I}(I_{t-1}) > \epsilon$, где ϵ — малый положительный порог (например, $\epsilon = 0.001$).

Дополнительное изменение заключается следующем. Для предотвращения переобучения и утечки данных выборка $D = \{(x_i, y_i)\}_{i=1}^N$ разделяется на обучающее D_{train} и тестовое D_{test} множества в пропорции 80:20 с использованием стратифицированного разбиения по Y . Информативный интервал I^* строится на D_{train} , после чего его информативность $\mathcal{I}(I^*)$ проверяется на D_{test} :

$$\mathcal{I}_{\text{test}}(I^*) = \sqrt{(1 - p_0^{\text{test}}(I^*)) \cdot p_1^{\text{test}}(I^*)},$$

где p_0^{test} и p_1^{test} вычисляются аналогично, но на тестовых данных. Такой подход позволяет избежать выбора признаков, которые подстраиваются под шум в обучающей выборке, обеспечивая более правдоподобные оценки их обобщающей способности. Без деления данных значения \mathcal{I} могут быть искусственно завышенными из-за подгонки под конкретную базу, что снижает достоверность результатов.

2.1.2 Отбор признаков по информативности.

После построения интервалов и подсчета информативностей полученных признаков для каждого из симметричных векторов мы выбираем один наиболее информативный признак. Таким образом будет сформирован конечный набор признаков, количественно равный количеству симметричных векторов + количеству одиночных характеристик + количеству характеристик матриц. Этот набор с разных сторон оценивает состояние температурных полей, однако для малых баз 2000-3000 признаков все еще очень большое количество, поэтому проводиться еще

один этап отбора по корреляции. После вычисления информативности для каждого признака f_j из множества признаков $F = \{f_1, f_2, \dots, f_M\}$ проводится отбор наиболее информативных характеристик для каждой пары симметричных векторов. Пусть $S = \{(\mathbf{v}_k, \mathbf{v}'_k)\}_{k=1}^K$ — множество пар симметричных векторов. Для каждой пары $(\mathbf{v}_k, \mathbf{v}'_k)$ генерируется набор признаков $F_k \subset F$, как это было описано ранее, и из F_k выбирается признак f_k^* с максимальной информативностью:

$$f_k^* = \arg \max_{f \in F_k} \mathcal{I}(I_f),$$

где I_f — информативный интервал признака f . Итоговое множество признаков после этого этапа:

$$F_{\text{inf}} = \{f_k^* \mid k = 1, 2, \dots, K\}.$$

Такой подход обеспечивает разностороннее описание объекта, учитывая как физические характеристики температурных полей, так и их симметрию.

2.1.3 Отбор признаков по корреляции.

Для исключения избыточности в F_{inf} проводится фильтрация признаков на основе корреляции Пирсона. Матрица корреляций C размером $|F_{\text{inf}}| \times |F_{\text{inf}}|$ вычисляется как:

$$C_{ij} = \frac{\text{cov}(f_i, f_j)}{\sqrt{\text{var}(f_i) \cdot \text{var}(f_j)}},$$

где $\text{cov}(f_i, f_j)$ — ковариация между признаками f_i и f_j , а $\text{var}(f_i)$ — дисперсия признака f_i [15]. Признаки f_i и f_j считаются избыточными, если $|C_{ij}| > \theta$, где $\theta = 0.7$ — порог корреляции. Порог корреляции может варьироваться в зависимости от задачи. Например, для дополнения признакового пространства для задач диагностики заболеваний молочных желез θ принимался равным 0.3. Это обосновывается тем, что цель заключается в улучшении интерпретации и нахождения признаков, которые бы вносили существенно новую информацию или взгляд на температурные поля. Опишем алгоритм фильтрации сохраняющий признак с большей информативностью:

1. Сортируем F_{inf} по убыванию $\mathcal{I}(I_f)$, получая упорядоченное множество

$$F_{\text{sorted}} = [f_{(1)}, f_{(2)}, \dots, f_{(|F_{\text{inf}}|)}]$$

2. Инициализируем $F_{\text{corr}} = \emptyset$ и множество исключенных признаков $F_{\text{drop}} = \emptyset$.

3. Для каждого $f_{(i)} \in F_{\text{sorted}}$:

- Если $f_{(i)} \notin F_{\text{drop}}$, добавляем $f_{(i)}$ в F_{corr} .
- Исключаем все $f_{(j)}$ ($j > i$), для которых $|C_{(i)(j)}| > \theta$, добавляя их в F_{drop} .

Итоговое множество F_{corr} содержит признаки с корреляцией $|C_{ij}| \leq 0.7$, максимизируя суммарную информативность.

Формирование итогового набора признаков

На этапах отбора по информативности и корреляции сохраняются два промежуточных множества: F_{inf} и F_{corr} . Для сравнения результатов из каждого множества выбирается подмножество F_{final} размера k , с наилучшими значениями $\mathcal{I}(I_f)$.

Признаки отбираются по убыванию $\mathcal{I}(I_f)$:

$$F_{\text{final } 1} = \{f_{(1)}, f_{(2)}, \dots, f_{(k)}\} \subset F_{\text{corr}}.$$

$$F_{\text{final } 2} = \{f_{(1)}, f_{(2)}, \dots, f_{(k)}\} \subset F_{\text{inf}}.$$

Оптимальное значение k подбирается экспериментально, чтобы обеспечить баланс между размерностью пространства и устойчивостью модели. В дальнейшем на каждом из наборов $F_{\text{final } 1}$ и $F_{\text{final } 2}$ строятся и тестируются математические модели искусственного интеллекта. Результирующий набор из признаков соответствует тому из наборов $F_{\text{final } 1}$ и $F_{\text{final } 2}$, на котором достигается максимальное качество классификации по метрике эффективности.

Статистическая значимость

Статистическая значимость отобранных признаков подтверждается сохранением их информативности на тестовом множестве. Если $\mathcal{I}_{\text{test}}(I^*)$ значительно ниже $\mathcal{I}_{\text{train}}(I^*)$ (падение превышает 20%; значение выбрано эмпирически), это может указывать на переобучение признаков к обучающим данным. В противном случае признаки считаются устойчивыми и отражающими реальные закономерности. Вообще говоря, порог падения информативности следует выбирать так, чтобы был баланс между сохранением информативных признаков и удалением подстраивающихся под шум. В случае очень малых данных эта задача является сложной по двум причинам. Первая из них — это количество пациентов. Если их слишком мало, то разбиение на тестовую и тренировочную выборку может получиться таким, что признак действительно информативный, но в виду малости валидационной выборки, туда попали те пациенты, которых этот признак не может разделить. Эту проблему можно решить, реализовав подобие кросс-валидации, чтобы оценить качество на нескольких разбиениях. Однако тут возникает вторая причина — вычислительная сложность. Стоит отметить, что полученный набор можно дополнительно уменьшать за счет проведения различных статистических тестов, если нет уверенности в устойчивости полученного признакового пространства даже после проведения кросс-валидации. Предложенный метод позволяет сократить размерность пространства признаков, однако то, насколько строго и сильно производить его уменьшение зависит от задачи. Если после оценки информативностей признаков есть уверенность в их достоверности, то можно повышать порог или отказаться от него в принципе. Если же необходимо как можно строже отобрать признаки, чтобы была уверенность в их достовер-

ности, порог можно понижать, добавлять дополнительные критерии сохранения признаков (например на основе статистических тестов).

2.2 Построение и результаты применения математических моделей искусственного интеллекта на отобранном признаковом пространстве для решения задач диагностики различных органов.

Для задач использовались следующие алгоритмы машинного обучения: линейный и квадратичный дискриминантный анализ (LDA, QDA), логистическая регрессия, градиентный бустинг (XGBoost) [20]. В случае данных, связанных с головным мозгом, были протестированы также метод опорных векторов (SVC) и наивный байесовский классификатор (GaussianNB) (в виду малости рассматриваемых данных эти алгоритмы представлялась возможность обучить)[20]. Для молочных желез и яичников тестировался помимо остальных и случайный лес (RF). Также пробоваались применения оверсэмплинга в случае дисбаланса классов (в задачах для молочных желез и яичников)[21]. Качество моделей оценивалось с использованием следующих метрик: чувствительность (*sensitivity*), специфичность (*specificity*) и эффективность (вычисляется как $\sqrt{sensitivity \cdot specificity}$) [18]. Все эксперименты проводились с использованием стратифицированной 5-кратной кросс-валидации для обеспечения устойчивости результатов, поэтому значения метрик далее указаны на самом деле усредненные по 5 разбиениям[20]. По этой причине в таблицах указаны средние значения метрик и их стандартное отклонение. Также следует отметить, что в таблицах с интерпретациями признаков в целях компактности описания не указывается, что используются дискретные аппроксимации производных и лапласианов, однако именно это подразумевается.

2.2.1 Математические модели на основе полученного с помощью отбора множества информативных признаков для диагностики заболеваний молочных желез.

Данные были собраны из онкоцентров различных стран (в том числе из России и Словении). Основная задача классификации заключается в способности отличать здоровых от пациентов из группы риска. В группу риска входят те люди, у которых есть подозрение на наличие рака молочной железы или другого заболевания. Набор данных для молочных желез включал **9162 пациента**, из которых **8477** были отнесены к классу здоровых (класс 0), а **685** — к группе риска (класс 1). Высокий дисбаланс классов (соотношение примерно 12:1) создавал дополнительные трудности для построения эффективных моделей классификации. У каждого пациента были зафиксированы температуры в 22 точках, соответствующие схеме измерений [22]:

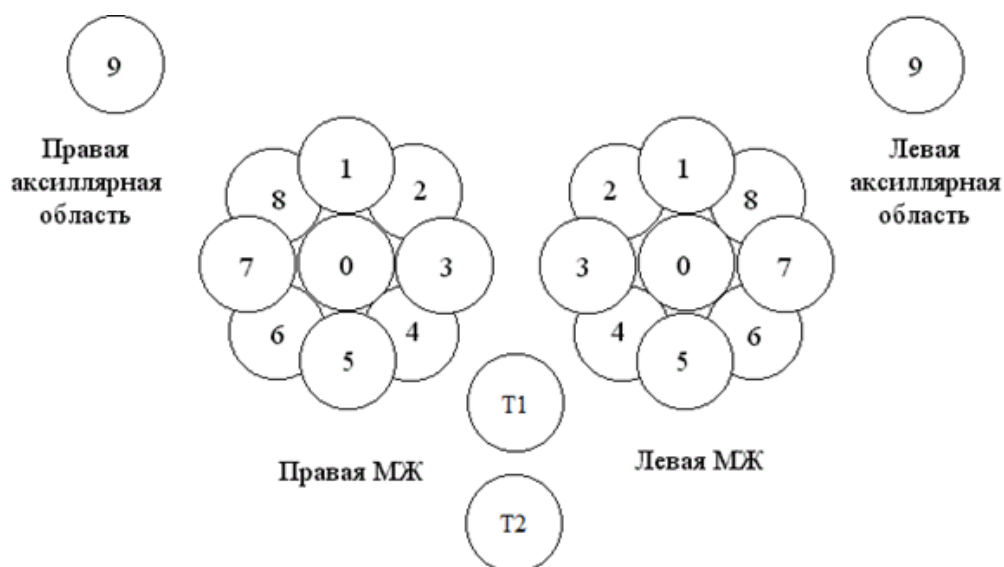


Рис. 11: Схема измерений молочных желез.

На их основе температур в этих точках строятся математические модели искусственного интеллекта. Здесь T1 и T2 — опорные точки; в контексте метода аксиллярные области считаются левыми и правыми опорными точками.

Предыдущие исследования, проведенные А. Г. Лосевым, В. В. Левшинским, И. Е. Поповым, А. С. Резниковой и др., добились хороших результатов в этой задаче, в частности используя логистическую регрессию на основе **62 признаков** [23]. Данный подход обеспечивал высокую эффективность классификации, что служило ориентиром для сравнения с предложенным методом. Для сравнения существующего набора признаков с дополненным рассматривались одинаковые алгоритмы машинного обучения на обоих из них и сравнивались результаты классификации. Следует указать на важный нюанс текущей задачи. Математическая модель Лосева-Левшинского почти наверняка достигла наилучшего возможного качества классификации. По этой причине в отличие от других рассматриваемых задач здесь ставится цель найти низко коррелирующие по Пирсону признаки с изначальным набором из работ А.Г. Лосева и В.В. Левшинского. Главное условие накладываемое на найденные характеристики — сохранение на дополненном наборе того же качества эффективности с точностью до нескольких сотых. Поэтому в качестве результатов приводятся именно те признаки, которые удовлетворяют этому условию и метрики, оценивающие качество классификации на полученном наборе и изначальном. Однако для полноты описания отбора признаков также добавлены и 50 наиболее информативных из них после каждого этапа сокращения признакового пространства.

Для решения задачи классификации рассматривались следующие модели: логистическая регрессия, линейный и квадратичный дискриминантные анализы, случайный лес, градиентный бустинг с помощью библиотеки XGBoost. Гиперпараметры здесь и далее во всех случаях подбирались путем численных экспериментов и с помощью метода GridSearchCV из библиотеки scikit-learn[24]. Суть этого метода в том, чтобы перебирать параметры по сетке с целью максимизировать определенную метрику. В случае этой работы такой метрикой выступает

эффективность. Для учета дисбаланса классов использовались два подхода. Первый из них это балансирующие веса, пропорциональные соотношению классов. Второй - применение SMOTE - техники оверсемплинга миноритарного класса. Когда в обучающем наборе данных доля примеров некоторого класса слишком мала, такие классы называются миноритарными (англ. minority), другие, со слишком большим количеством представителей, — мажоритарными (англ. majority) [25]. SMOTE-алгоритм [25] основан на идее генерации некоторого количества искусственных примеров, которые были бы похожи на имеющиеся в миноритарном классе, но при этом не дублировали их.

1. Для создания новой записи вычисляют разность:

$$d = X_b - X_a$$

где X_a, X_b — векторы признаков «соседних» примеров a и b из миноритарного класса.

2. Пару соседних примеров (X_a, X_b) находят, используя алгоритм ближайшего соседа KNN.

Перед подачей признаков в модели, для тех, которые требуют одного масштаба данных, признаки масштабировались через минимакс нормализацию [26] к отрезку $[0, 1]$:

$$X_{\text{norm}} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

Следует отметить, что отбор признаков проводился с учетом низкой корреляции Пирсона (< 0.3) с признаками из предыдущих исследований. Выбор такого порога обусловлен целью отбора - нахождение новых признаков, которые могли бы не ухудшить текущий уровень классификации и при этом добавить варианты интерпретаций ответов, полученных с помощью алгоритма машинного обучения.

Всего тестирование проводилось на двух различных наборах признаков.

1. Признаки, отобранные по информативности и симметричным векторам. Они представлены в таблице 12 (соответствует первому этапу отбора, описанного ранее). В таблице 13 представлены формулы с их интерпретациями.
2. Признаки из предыдущего набора, отобранные на основе низкого уровня корреляции (корреляции Пирсона < 0.3) между собой. Они представлены в таблице 14 (соответствует второму этапу отбора, описанного ранее). В таблице 15 представлены формулы с их интерпретациями.

Из каждого набора выбирались k лучших признаков, варьируя k в зависимости от результатов классификации. Эти лучшие признаки объединялись с изначальными признаками и на них тестировались различные алгоритмы машинного обучения. Следует отметить, что предлагаемый метод в некотором виде содержит уже существующие признаки, некоторые из них варьируются в виду подхода. Например, дискретные аналоги вторых производных в

предлагаемом подходе считаются с помощью сверток, используя некоторое граничное условие. В то же время в работах Лосева-Левшинского также использовались аппроксимации через конечные разности, но формулы несколько отличались. Помимо прочего проблема отбора признаков тут встает довольно остро. Если отбирать только признаки из построенного набора описанным способом, то не получится выбрать ровно те же признаки, что и изначально в предыдущих исследованиях. Несмотря на то, что уже подтверждено, что на наборе признаков из работ Лосева-Левшинского качество классификации очень высокое (если не наилучшее), отобрать его предложенным ранее способом не получается. Это ставит вопрос о том, как эффективно отбирать признаки. В выпускной квалификационной работе этот вопрос был обнаружен, но не решен в виду не соответствия этой проблемы с изначально поставленными целями и задачами этого исследования. Поэтому для тестирования отбирались именно существенно отличающиеся признаки, а именно нахождение новых признаков, слабо коррелирующих между собой и с изначальными.

Качество классификации на предложенных наборах не превзошло уже имеющуюся эффективность, однако и не стало хуже нее. Были идентифицированы новые признаки, обладающие низкой корреляцией с ранее использованными, что повышает их ценность для интерпретации модели. Эти признаки представлены в таблице 1. Изначальные признаки находятся в таблице 2. Сравнение моделей ИИ для диагностики на признаковом пространстве Лосева-Левшинского и на дополненном с помощью метода и полного цикла отбора можно увидеть в таблицах 3 и 4.

Отсутствие прироста точности, скорее всего, связано с высокой эффективностью изначального набора признаков, как и предполагалось выше. Поэтому целью было не улучшение классификации, а получение новых признаков для интерпретации, что выполнить удалось. Дополненный набор содержит признаки с низкой корреляцией между собой и уже существующими, что открывает перспективы для улучшения интерпретируемости моделей.

2.2.2 Математические модели на основе полученного с помощью отбора множества информативных признаков для принятия решения об эффективности продолжения проведения сеансов КЦГ для пациентов с нарушением сознания.

Набор данных для головного мозга включал в себя **85 пациентов** с нарушениями сознания, проходивших лечение методом краниocereбральной гипотермии (КЦГ) [27]. Данные представляли собой измерения температурных полей до проведения сеансов КЦГ и после. В виду такого рассмотрения здесь не наблюдается дисбаланса классов, так как каждый пациент является представителем обоих классов. Фиксация температур проводилась по следующей схеме измерений [27] (на изображении вид сбоку одного полушария, другое обследовалось по такой же схеме):

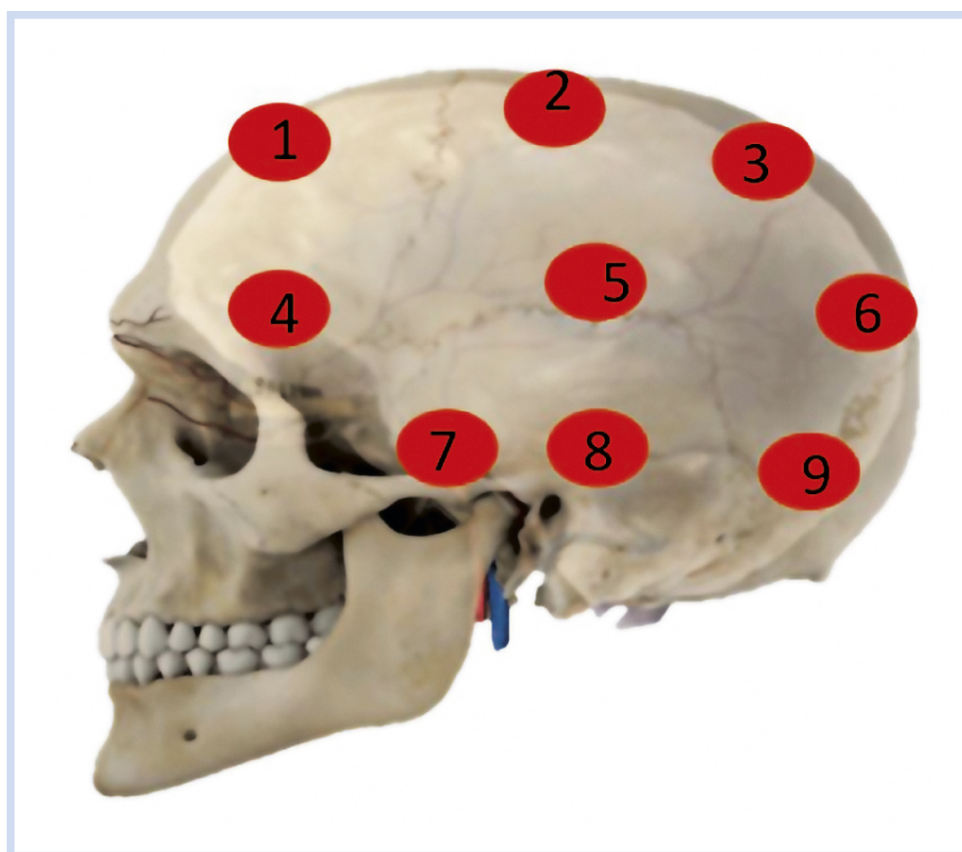


Рис. 12: Схема измерений головного мозга. Вид сбоку.

Целью являлось определение момента прекращения сеансов КЦГ на основе анализа изменений температурных полей. Задача была сформулирована как бинарная классификация: пациенты разделялись на группы "до КЦГ" (до начала лечения) и "после КЦГ" (после успешного лечения). Модель должна определять, к какой группе ближе текущие температурные характеристики пациента, что позволяет принимать решение о продолжении или прекращении лечения.

Стоит отметить, что данные являются очень тяжелыми для анализа и проведения классификации. Это обусловлено многими факторами: частые погрешности при измерении температур головного мозга из-за физического строения (между датчиком и головой зачастую образуется зазор из-за сложности плотного соединения прибора и черепа), ошибки в метках и данных, малое количество пациентов и шум, а также, по всей видимости, несильно выраженное отличие температурных полей до проведения сеансов КЦГ и после.

Всего тестирование проводилось на трех различных наборах признаков.

1. Признаки, отобранные по информативности и симметричным векторам. Они представлены в таблице 6 (соответствует первому этапу отбора, описанного ранее). В таблице 7 представлены формулы с их интерпретациями.
2. Признаки из предыдущего набора, отобранные на основе низкого уровня корреляции (корреляции Пирсона < 0.3) между собой. Они представлены в таблице 8 (соответствует второму этапу отбора, описанного ранее). В таблице 9 представлены формулы с их

интерпретациями.

3. Признаки из предыдущего набора, отобранные на основе t-теста и теста на стабильность (дополнительный этап для более достоверных результатов). Они представлены в таблице 10. В таблице 11 представлены формулы с их интерпретациями.

Аналогично задаче, связанной с молочными железами использовались алгоритмы классификации, перечисленные в начале раздела, с предварительной минимакс нормализацией данных для моделей, требующих один и тот же масштаб признаков. Из-за малого объема выборки и высокого уровня шума в данных применялись t-тест [28] и тесты на стабильность [24] для повышения надежности результатов.

1. Сгенерировано $B = 50$ бутстрэпных выборок [20]:

- Каждая выборка объема $0.8n$, где n - размер исходной выборки
- Выборки строятся с возвращением (с повторениями)

2. Для каждой выборки обучена упрощенная модель случайного леса:

- Количество деревьев: 50
- Максимальная глубина деревьев: 3
- Остальные параметры:
значения по умолчанию из `sklearn.ensemble.RandomForestClassifier`

3. Для каждого признака вычислен индекс стабильности с помощью библиотеки `scikit-learn`:

$$\text{StabilityScore}(f) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B I(f \in S_b)$$

где S_b - топ- k наиболее важных признаков согласно `RandomForestClassifier` в b -ой итерации, I - индикаторная функция. В данном случае k было эмпирически принято за 60.

Для отобранных стабильных признаков выполнена проверка гипотез:

- Для каждого признака проведен двухвыборочный t-тест Уэлча [28]:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

где \bar{X}_1, \bar{X}_2 - средние значения признака в классах, s_1^2, s_2^2 - выборочные дисперсии.

- Признаки с p -значением < 0.05 считались статистически значимыми.

Оценка ложных открытий.

Для контроля уровня ложных открытий [29]:

- В данные добавлено 20 случайных признаков, распределенных по нормальному закону $\mathcal{N}(0, 1)$
- Вычислен False Discovery Rate (FDR):

$$\text{FDR} = \frac{\text{Число отобранных случайных признаков}}{\text{Общее число отобранных признаков}}$$

Итоговый отбор.

В результате применения данной процедуры:

- Из исходного набора признаков отобрано **6** стабильных и значимых
- Средний индекс стабильности отобранных признаков составил 1.0.
- Оценка FDR составила 0.0.

Отобранные 6 признаков представлены в таблице 10.

Лучший результат по средней эффективности классификации составил **68,6%** со стандартным отклонением около 7%. В таблице 22 представлены разные наборы признаков и результаты классификации различных моделей на них. Достигнутая эффективность является приемлемым результатом, учитывая ограниченный объем данных и их низкое качество. Применение t-тестов и тестов на стабильность позволило повысить устойчивость результатов. Однако малый размер выборки ограничивает обобщающую способность моделей.

2.2.3 Математические модели на основе полученного множества информативных признаков для диагностики заболеваний яичников.

Набор данных для яичников включал в себя **765 пациентов**, из которых **717** были здоровыми (класс 0), а **48** имели патологии яичников (класс 1). Температуры измерялись в 20 точках (2 из них — опорные и на схеме не указаны) [30]:

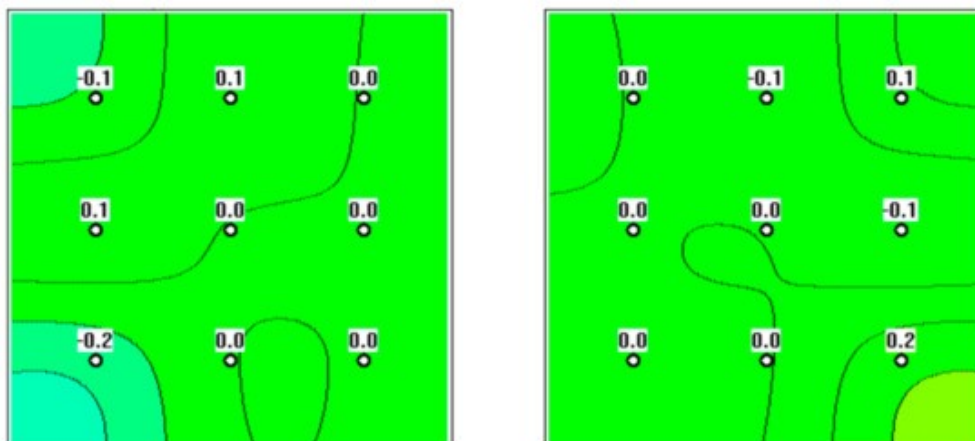


Рис. 13: Схема измерений яичников.

Нумерация точек начинается с левого верхнего угла слева-направо, сверху-вниз. Дисбаланс классов (соотношение примерно 15:1) в данной задаче был еще более ярко выраженный, чем с данными по молочным железам. Для устранения этой проблемы аналогично были протестированы два подхода — учет дисбаланса с помощью настройки весов пропорционально соотношению классов и техника оверсемплинга SMOTE. Использовались те же алгоритмы, что и в задаче классификации здоровых и группы риска по молочным железам (линейный и квадратичный дискриминантный анализы, логистическая регрессия, случайный лес, XGBoost).

Были проведены численные эксперименты со следующими наборами признаков:

1. Признаки, отобранные по информативности и симметричным векторам (соответствует первому этапу отбора, описанного ранее). Они представлены в таблице 16. В таблице 17 указаны формулы с их интерпретациями.
2. Признаки из предыдущего набора, отобранные на основе низкого уровня корреляции (корреляции Пирсона < 0.7) между собой. Они представлены в таблице 18. В таблице 19 указаны формулы с их интерпретациями.
3. Признаки из предыдущего набора, отобранные на основе t-теста и теста на стабильность (дополнительный этап для более достоверных результатов, аналогичен этапу для головного мозга). Они представлены в таблице 20. В таблице 21 указаны формулы с их интерпретациями.

Аналогично предыдущим органам, из каждого набора выбираются k лучших признаков, на которых тестируются модели искусственного интеллекта. Они также преобразовывались с помощью минимакс нормализации для моделей, требующих одинаковый масштаб входных данных. В таблице 23 представлены результаты классификации на разных наборах данных и разных моделях.

Заключение

В данной работе был предложен обобщенный метод построения признаковых пространств для различных задач анализа термометрических данных для построения новых моделей искусственного интеллекта, основанных на полученных признаках и уточнения существующих благодаря улучшению признакового набора. Предложенный метод был протестирован на задачах диагностики заболеваний таких органов как молочных желез, головного мозга, яичников. Также были проведены различные численные эксперименты по отбору признаков и подбору гиперпараметров моделей машинного обучения.

Полученные значения информативностей показывают, что полученные в результате метода признаки являются полезными, а математические модели ИИ для новых задач показали неплохие значения метрик. В это же время для молочных желез посредством добавления новых признаков, имеющих малую корреляцию с существующим набором, сохранились те

же результаты, что и на старом наборе. Однако немаловажно, что новые признаки могут позволить улучшить интерпретацию решения классификации.

Главные достоинства предложенного метода заключаются в его универсальности и возможности тонкой настройки подбора признаков под рассматриваемую задачу. Он основан на математических моделях изучаемых процессов в радиотермометрии и погружении в предметную область. Благодаря этому построенные признаки и решения не зависят от конкретных баз данных и больниц, что часто является серьезной проблемой при построении моделей искусственного интеллекта диагностики при малом количестве доступной информации. Также исходя из универсальности построенное множество признаков оказывается достаточно внушительным. По этой причине можно использовать разные методики для отбора наиболее подходящего подмножества признаков для конкретной задачи. При качественном отборе можно улучшить качество классификации на порядки. Вообще говоря, это отдельная задача, и как было показано в работе, казалось бы оптимальные на первый взгляд наборы могут давать хуже результаты классификации, чем на других. В этом тексте предложен один из вариантов отбора, которые были протестированы, однако авторы не утверждают, что этот подход оптимальный и единственно правильный. Более того, предлагается пробовать другие варианты и методы отбора признаков из предложенного набора.

Также следует отметить, что метод пренебрегает в некоторой степени геометрией объектов. Сохраняется взаимное расположение точек измерений относительно друг друга, однако их реальные расстояния искажаются во время принятия предположения о том, что орган можно приблизить единичным геометрическим объектом. Возможно, в результате такого допущения теряются некоторые симметрии. Однако ни подтверждения, ни доказательства обратного в данной выпускной квалификационной работе не рассматриваются, так как в описанные цели и задачи это не входило.

В качестве дальнейших улучшений предлагаются следующие пункты. Во-первых, предлагается попробовать изменить отбор признаков в виду того, что текущий вариант негарантированно оптимальный и эффективный. Во-вторых, более точный учет геометрии рассматриваемого органа при построении изначальных признаков мог бы теоретически улучшить качество получаемых характеристик. В заключение хотелось бы отметить также тот факт, что так как предложенный подход общий, то, естественно, полученные признаки можно дополнять специфичными для конкретной задачи (например, уникальными видами симметрий).

Таким образом, поставленные цели и задачи были успешно выполнены: был разработан обобщенный метод построения признакового пространства для задач классификации на основе термометрических данных, проведена генерация, оценка на основе значений информативностей и отбор построенных признаков, разработаны математические модели ИИ для различных задач классификаций пациентов на основе их температурных полей головного мозга; яичников. Программная реализация предложенного метода размещена по ссылке: <https://github.com/NonstandartCoder/RTMFeatureGenerator>.

Приложение

Таблица 1: Добавленные признаки для молочных желез

Формула признака	Информативность
$\min(D(\nabla^2 T_{\text{support}}^{\text{inner}})) - \mu(\mathbf{v}_2)$, где $\mathbf{v}_2 = ((2, 0), (2, 1), (1, 2))$; $\mathbf{v}_2 \in D(\nabla^2 T_{\text{support}}^{\text{inner}})$	0.540277
$\min(D(G_{z,\text{support}})) - \ \mathbf{v}_1\ _2$, где $\mathbf{v}_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$; $\mathbf{v}_1 \in D(G_{z,\text{support}})$	0.523630
$\max(G_{y,\text{support left}}^{\text{inner}}) - \max(\mathbf{v}_2)$, где $\mathbf{v}_2 = ((0, 2), (1, 0), (2, 2))$; $\mathbf{v}_1 \in G_{y,\text{support left}}^{\text{inner}}$	0.521674

- $T_{\text{support}}^{\text{inner}}$: матрица глубинных температур органа с учётом опорных точек.
- $\nabla^2 T$: лапласиан температурного поля.
- G_z : внутренний градиент.
- G_y : производная температурного поля по направлению y , вычисленная через фильтр Собеля.
- $D(\cdot)$: матрица разностей между левым и правым органами для указанного типа матриц.
- $\min(\cdot)$, $\max(\cdot)$: минимальное и максимальное значения вектора или матрицы.
- \mathbf{v}_1 , \mathbf{v}_2 : симметричные вектора, содержащие координаты рассматриваемых матриц со значениями, участвующими в вычислении признака.
- $\mu(\cdot)$: среднее значение вектора или матрицы.
- $\|\cdot\|_2$: L_2 -норма вектора (евклидова норма).
- support left: характеристика, связанная с левым органом и опорными точками.

Таблица 2: Оригинальный набор признаков, с которым проводится сравнение

Признак	Формула	Интерпретация
MG001	$\ T_{i,mw}^c - T_{i,mw}^p\ _1$	Меры разброса внутренних температур правой и левой желез
MG002	$\ T_{i,mw}^c - T_{i,mw}^p\ _2$	
MG003	$\ T_{i,mw}^c - T_{i,mw}^p\ _\infty$	
MG004	$STdev(T_{i,mw}^c - T_{i,mw}^p)$	Стандартное отклонение разностей внутренних температур правой и левой желез

Продолжение на следующей странице

Таблица 2 – продолжение

Признак	Формула	Интерпретация
MG005	$STdev(T_{i,mw}^c) - STdev(T_{i,mw}^p)$	Разность стандартных отклонений внутренних температур правой и левой желез
MG006	$\overline{T_{i,mw}^c} - \overline{T_{i,mw}^p}$	Разность средних значений внутренних температур правой и левой желез
MG007	$\max_{t \in T_{i,mw}^c} t - \min_{t \in T_{i,mw}^p} t$	Наибольшая разность внутренних температур правой и левой желез
MG008	$T_{i,mw}^{0,c} - T_{i,mw}^{0,p}$	Разность внутренних температур сосков правой и левой желез
MG009	$T_{i,mw}^{9,c} - T_{i,mw}^{9,p}$	Разность внутренних температур аксиллярной области правой и левой желез
MG010	$\ T_{i,ir}^c - T_{i,ir}^p\ _1$	Меры разброса поверхностных температур правой и левой желез
MG011	$\ T_{i,ir}^c - T_{i,ir}^p\ _2$	Стандартное отклонение разностей поверхностных температур правой и левой желез
MG012	$\ T_{i,ir}^c - T_{i,ir}^p\ _\infty$	
MG013	$STdev(T_{i,ir}^c - T_{i,ir}^p)$	
MG014	$STdev(T_{i,ir}^c) - STdev(T_{i,ir}^p)$	Разность стандартных отклонений поверхностных температур правой и левой желез
MG015	$\overline{T_{i,ir}^c} - \overline{T_{i,ir}^p}$	Разность средних значений поверхностных температур правой и левой желез
MG016	$\max_{t \in T_{i,ir}^c} t - \min_{t \in T_{i,ir}^p} t$	Наибольшая разность поверхностных температур правой и левой желез
MG017	$T_{i,ir}^{0,c} - T_{i,ir}^{0,p}$	Разность поверхностных температур сосков правой и левой желез
MG018	$T_{i,ir}^{9,c} - T_{i,ir}^{9,p}$	Разность поверхностных температур аксиллярной области правой и левой желез
MG019	$\ T_{i,g}^c - T_{i,g}^p\ _1$	Меры разброса внутренних градиентов температур правой и левой желез
MG020	$\ T_{i,g}^c - T_{i,g}^p\ _2$	Стандартное отклонение разностей внутренних градиентов температур правой и левой желез
MG021	$\ T_{i,g}^c - T_{i,g}^p\ _\infty$	
MG022	$STdev(T_{i,g}^c - T_{i,g}^p)$	

Продолжение на следующей странице

Таблица 2 – продолжение

Признак	Формула	Интерпретация
MG023	$STdev(T_{i,g}^c) - STdev(T_{i,g}^p)$	Разность стандартных отклонений внутренних градиентов температур правой и левой желез
MG024	$\overline{T_{i,g}^c} - \overline{T_{i,g}^p}$	Разность средних значений внутренних градиентов температур правой и левой желез
MG025	$\max_{t \in T_{i,g}^c} t - \min_{t \in T_{i,g}^p} t$	Наибольшая разность внутренних градиентов температур правой и левой желез
MG026	$T_{i,g}^{0,c} - T_{i,g}^{0,p}$	Разность внутренних градиентов температур сосков правой и левой желез
MG027	$T_{i,g}^{9,c} - T_{i,g}^{9,p}$	Разность внутренних градиентов температур аксиллярной области правой и левой желез
MG028	$\max_{t \in T_{i,g}} t $	Максимальное абсолютное значение внутреннего градиента температур желез
MG029	$\min_{t \in T_{i,g}} t $	Минимальное абсолютное значение внутреннего градиента температур желез
MG030	$\min_{t \in T_{i,g}} t$	Минимальное значение внутреннего градиента температур желез
MG031	$\max_{t \in T_{i,g}^a} t $	Максимальное абсолютное значение внутреннего градиента температур опорных точек желез
MG032	$\min_{t \in T_{i,g}^a} t $	Минимальное абсолютное значение внутреннего градиента температур опорных точек желез
MG033	$\min_{t \in T_{i,g}^a} t$	Минимальное значение внутреннего градиента температур опорных точек желез
MG034	$\ T_{i,g}\ _1$	Меры разброса внутренних градиентов температур желез
MG035	$\ T_{i,g}\ _2$	
MG036	$\max_{t \in T_{i,mw}} \overline{T_{i,mw}} - t $	Наибольший разброс внутренних температур желез относительно среднего значения
MG037	$STdev(T_{i,mw})$	Стандартное отклонение значений внутренних температур желез

Продолжение на следующей странице

Таблица 2 – продолжение

Признак	Формула	Интерпретация
MG038	$\max_{t \in T_{i,mw}} t - \min_{t \in T_{i,mw}} t$	Осцилляция внутренних температур железы
MG039	$\max_{t \in T_{i,mw} \setminus \{T_{i,mw}^0\}} T_{i,mw}^0 - t $	Наибольший разброс внутренних температур железы относительно соска
MG040	$\max_{t \in T_{i,mw} \setminus \{T_{i,mw}^9\}} T_{i,mw}^9 - t $	Наибольший разброс внутренних температур железы относительно аксиллярной области
MG041	$T_{i,mw}^0 - \overline{T_{i,mw}}$	Разность внутренних температур соска и средней температуры железы
MG042	$T_{i,mw}^9 - \overline{T_{i,mw}}$	Разность внутренних температур аксиллярной области и средней температуры железы
MG043	$\max_{t \in T_{i,mw}} T_{i,mw}^{1,a} - t $	Наибольшая разница внутренних температур опорной точки T_1 и точек железы
MG044	$\max_{t \in T_{i,mw}} T_{i,mw}^{2,a} - t $	Наибольшая разница внутренних температур опорной точки T_2 и точек железы
MG045	$\max_{t \in T_{i,ir}} \overline{T_{i,ir}} - t $	Наибольший разброс поверхностных температур железы относительно среднего значения
MG046	$STdev(T_{i,ir})$	Стандартное отклонение значений поверхностных температур железы
MG047	$\max_{t \in T_{i,ir}} t - \min_{t \in T_{i,ir}} t$	Осцилляция поверхностных температур железы
MG048	$\max_{t \in T_{i,ir} \setminus \{T_{i,ir}^0\}} T_{i,ir}^0 - t $	Наибольший разброс поверхностных температур железы относительно соска
MG049	$\max_{t \in T_{i,ir} \setminus \{T_{i,ir}^9\}} T_{i,ir}^9 - t $	Наибольший разброс поверхностных температур железы относительно аксиллярной области
MG050	$T_{i,ir}^0 - \overline{T_{i,ir}}$	Разность поверхностной температуры соска и средней температуры железы
MG051	$T_{i,ir}^9 - \overline{T_{i,ir}}$	Разность поверхностной температуры аксиллярной области и средней температуры железы

Продолжение на следующей странице

Таблица 2 – продолжение

Признак	Формула	Интерпретация
MG052	$\max_{t \in T_{i,ir}} T_{i,ir}^{1,a} - t $	Наибольшая разница поверхностных температур опорной точки T_1 и точек железы
MG053	$\max_{t \in T_{i,ir}} T_{i,ir}^{2,a} - t $	Наибольшая разница поверхностных температур опорной точки T_2 и точек железы
MG054	$\max_{t \in T_{i,g}} \overline{T_{i,g}} - t $	Наибольший разброс внутренних градиентов температур железы относительно среднего значения
MG055	$STdev(T_{i,g})$	Стандартное отклонение значений внутренних градиентов температур железы
MG056	$\max_{t \in T_{i,g}} t - \min_{t \in T_{i,g}} t$	Осцилляция внутренних градиентов температур железы
MG057	$\max_{t \in T_{i,g} \setminus \{T_{i,g}^0\}} T_{i,g}^0 - t $	Наибольший разброс внутренних градиентов температур железы относительно соска
MG058	$\max_{t \in T_{i,g} \setminus \{T_{i,g}^9\}} T_{i,g}^9 - t $	Наибольший разброс внутренних градиентов температур железы относительно аксиллярной области
MG059	$T_{i,g}^0 - \overline{T_{i,g}}$	Разность внутренних градиентов температур соска и средней температуры железы
MG060	$T_{i,g}^9 - \overline{T_{i,g}}$	Разность внутренних градиентов температур аксиллярной области и средней температуры железы
MG061	$\max_{t \in T_{i,g}} T_{i,g}^{1,a} - t $	Наибольшая разница внутренних градиентов температур опорной точки T_1 и точек железы
MG062	$\max_{t \in T_{i,g}} T_{i,g}^{2,a} - t $	Наибольшая разница внутренних градиентов температур опорной точки T_2 и точек железы

Таблица 3: Сравнение моделей машинного обучения на оригинальном наборе признаков

Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
	Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
LDA	0.632	0.044	0.974	0.004	0.784	0.027
Logistic Regression+SMOTE	0.896	0.020	0.916	0.009	0.906	0.009
Logistic Regression	0.908	0.013	0.909	0.009	0.909	0.005
QDA	0.582	0.257	0.754	0.339	0.579	0.174
RF+SMOTE	0.728	0.027	0.959	0.005	0.836	0.016
XGBoost	0.679	0.034	0.970	0.004	0.811	0.021
XGBoost+SMOTE	0.657	0.044	0.974	0.003	0.799	0.027

Таблица 4: Сравнение моделей машинного обучения на расширенном наборе признаков (65 признаков)

Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
	Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
LDA	0.628	0.043	0.974	0.005	0.781	0.026
Logistic Regression+SMOTE	0.889	0.019	0.914	0.008	0.902	0.009
Logistic Regression	0.909	0.012	0.910	0.009	0.910	0.004
QDA	0.724	0.183	0.729	0.316	0.670	0.186
RF+SMOTE	0.723	0.033	0.959	0.005	0.832	0.019
XGBoost	0.667	0.055	0.971	0.005	0.804	0.033
XGBoost+SMOTE	0.689	0.052	0.971	0.003	0.817	0.030

Таблица 5: Сравнение моделей машинного обучения для определения состояния пациентов с нарушением сознания

Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
	Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
LDA	0.682	0.088	0.659	0.086	0.667	0.053
Logistic Regression	0.682	0.088	0.647	0.098	0.660	0.057
SVC	0.682	0.127	0.612	0.142	0.636	0.084
XGBoost	0.659	0.114	0.600	0.126	0.622	0.091
QDA	0.694	0.069	0.541	0.146	0.603	0.074
GaussianNB	0.741	0.060	0.447	0.103	0.570	0.058

Таблица 6: Наиболее информативные признаки для головного мозга после 1 этапа отбора (первые 50)

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\min (D(G_x^{\text{skin}})) - \text{osc} (D(G_x^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	0.668396	0.561951
$\sigma (G_z^{\text{left}}(v_1)) - \text{osc} (G_z^{\text{left}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0))$	0.657952	0.561951
$\ D(G_x^{\text{skin}}) - D(G_x^{\text{skin}})(v_2)\ _1$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.657952	0.555673
$\max (G_z^{\text{left}}(v_1)) - \mu (G_z^{\text{left}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.654654	0.580381
$\min (G_z^{\text{left}}) - \max (G_z^{\text{left}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	0.653992	0.621261
$\text{osc} (D(G_x^{\text{inner}})(v_1)) - \ D(G_x^{\text{inner}})(v_2)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1))$ и $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.652667	0.592349
$\ \mu (T_{\text{left}}^{\text{skin}}) - T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$	0.652667	0.621261
$\sigma (G_z^{\text{left}}(v_1)) - \text{osc} (G_z^{\text{left}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1))$	0.649675	0.561951
$\min (G_z^{\text{left}}) - \max (G_z^{\text{left}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	0.649675	0.589380
$\ D(G_x^{\text{skin}})\ _1 - \ D(G_x^{\text{skin}})(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.643146	0.529813
$\mu (\ D(G_x^{\text{skin}})\ _1 - D(G_x^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.643146	0.555673
$\min (G_z^{\text{left}}) - \max (G_z^{\text{left}}(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.639940	0.589380
$\ D(G_x^{\text{skin}})\ _2 - \sigma (D(G_x^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.639940	0.519784
$\ \min (G_z^{\text{left}}) - G_z^{\text{left}}(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	0.639602	0.621261
$\ \ D(G_x^{\text{skin}})\ _1 - D(G_x^{\text{skin}})(v_1) \ _1$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.639602	0.555673
$\min (G_z^{\text{left}}) - \mu (G_z^{\text{left}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.639094	0.615587
$\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}\ _2 - \ \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.637908	0.640723
$\ D(G_x^{\text{skin}})\ _2 - \text{osc} (D(G_x^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.636549	0.519784

Таблица 6 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\ D(G_x^{\text{skin}})\ _1 - \ D(G_x^{\text{skin}})(v_2)\ _1$ где $v_2 = ((2, 0))$	0.636549	0.555673
$\sigma(D(G_x^{\text{skin}}))$	0.632798	0.604080
$\ D(G_x^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(G_x^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0))$	0.632798	0.519784
$\ \ D(G_x^{\text{skin}})\ _2 - D(G_x^{\text{skin}})(v_1) \ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	0.632798	0.519784
$\text{osc}(D(G_x^{\text{inner}})) - \ D(G_x^{\text{inner}})(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.632456	0.580381
$\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)\ _2 - \min(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	0.632456	0.621261
$\ \max(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}) - \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	0.632456	0.529813
$\sigma(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1)) - \sigma(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.632456	0.615587
$\sigma(\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - \Delta T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_2)\)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$ и $v_2 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.631942	0.708346
$\text{osc}(\ G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.627646	0.523148
$\sigma(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}) - \sigma(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.626438	0.502625
$\ G_z^{\text{left}}(v_1)\ _2 - \ G_z^{\text{left}}(v_2)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$ и $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 2))$	0.625227	0.561951
$\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.625227	0.519784
$\max(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}) - \min(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.625227	0.519784
$\text{osc}(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)) - \ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 2))$	0.624881	0.555673
$\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)\ _2 - \ \Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$ и $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 2))$	0.624881	0.615587
$\sigma(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1)) - \sigma(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.624188	0.519784
$\max(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \sigma(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.624188	0.502625

Таблица 6 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\min (T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)) - \max (T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0))$ и $v_2 = ((2, 1), (2, 2))$	0.624188	0.589380
$\mu \left(\sigma \left(G_{y,\text{left}}^{\text{skin}} \right) - G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.624188	0.565065
$\mu \left(\min \left(\Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}} \right) - \Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	0.621756	0.561951
$\mu (D(G_z)(v_1)) - \max (D(G_z)(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	0.620013	0.615587
$\text{osc} \left(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}} \right) - \left\ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.617914	0.580381
$\text{osc} \left(\left D(G_y^{\text{inner}})(v_1) - D(G_y^{\text{inner}})(v_2) \right \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1))$ и $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.617914	0.621261
$\left\ T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2 - \min \left(T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0))$	0.617914	0.555673
$\max \left(G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \mu \left(G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.617914	0.604080
$\max (T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)) - \mu (T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.617914	0.621261
$\sigma (T_{\text{left}}^{\text{skin}}) - \text{osc} (T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.617914	0.495595
$\left\ G_z^{\text{right}}(v_1) \right\ _2 - \left\ G_z^{\text{right}}(v_2) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.617739	0.495595
$\text{osc} (D(G_x^{\text{inner}})(v_1)) - \sigma (D(G_x^{\text{inner}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0))$	0.617739	0.533114
$\left \mu \left(G_z^{\text{right}} \right) - G_z^{\text{right}}(v_1) \right _1$ где $v_1 = ((0, 2))$	0.617213	0.555673
$\text{osc} (\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}) - \sigma (\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.616336	0.533114

Таблица 7: Интерпретация признаков для головного мозга после 1 этапа отбора

Формула признака	Интерпретация
$\min (D(G_x^{\text{skin}})) - \text{osc} (D(G_x^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	Минимум разности градиентов по направлению X кожных температур левого органа минус разброс значений в области v_1
$\sigma (G_z^{\text{left}}(v_1)) - \text{osc} (G_z^{\text{left}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0))$	Стандартное отклонение внутренних градиентов левого органа в области v_1 минус разброс значений в этой области
$\ D(G_x^{\text{skin}}) - D(G_x^{\text{skin}})(v_2)\ _1$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	L_1 -норма разности между матрицей разности градиентов по направлению X кожных температур левого органа и её частью в области v_2
$\max (G_z^{\text{left}}(v_1)) - \mu (G_z^{\text{left}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2)), v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Максимум внутренних градиентов левого органа в области v_1 минус среднее значение в области v_2
$\min (G_z^{\text{left}}) - \max (G_z^{\text{left}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	Минимум матрицы внутренних градиентов левого органа минус максимум в области v_1
$\text{osc} (D(G_x^{\text{inner}})(v_1)) - \ D(G_x^{\text{inner}})(v_2)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1)), v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Разброс разности градиентов по направлению X внутренних температур левого органа в области v_1 минус L_2 -норма в области v_2
$\ \mu (T_{\text{left}}^{\text{skin}}) - T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$	L_2 -норма отклонений кожных температур левого органа от среднего значения в области v_1
$\sigma (G_z^{\text{left}}(v_1)) - \text{osc} (G_z^{\text{left}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1))$	Стандартное отклонение минус разброс внутренних градиентов левого органа в области v_1

Таблица 7 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\min (G_z^{\text{left}}) - \max (G_z^{\text{left}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	Минимум матрицы внутренних градиентов левого органа минус максимум в области v_1
$\ D(G_x^{\text{skin}})\ _1 - \ D(G_x^{\text{skin}})(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	L_1 -норма разности градиентов по направлению X кожных температур левого органа минус L_2 -норма в области v_2
$\mu (\ D(G_x^{\text{skin}})\ _1 - D(G_x^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	= Среднее разницы между L_1 -нормой и значениями разности градиентов по направлению X кожных температур левого органа в области v_2
$\min (G_z^{\text{left}}) - \max (G_z^{\text{left}}(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	Минимум матрицы внутренних градиентов левого органа минус максимум в области v_2
$\ D(G_x^{\text{skin}})\ _2 - \sigma (D(G_x^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	= L_2 -норма разности градиентов по направлению X кожных температур левого органа минус стандартное отклонение в области v_2
$\ \min (G_z^{\text{left}}) - G_z^{\text{left}}(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	= L_2 -норма отклонений внутренних градиентов левого органа от минимума в области v_1
$\ \ D(G_x^{\text{skin}})\ _1 - D(G_x^{\text{skin}})(v_1) \ _1$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	L_1 -норма разницы между L_1 -нормой и значениями разности градиентов по направлению X кожных температур левого органа в области v_1
$\min (G_z^{\text{left}}) - \mu (G_z^{\text{left}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	Минимум матрицы внутренних градиентов левого органа минус среднее в области v_1

Таблица 7 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}\ _2 - \ \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	L_2 -норма лапласиана внутренних температур левого органа минус
$\ D(G_x^{\text{skin}})\ _2 - \text{osc}(D(G_x^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	L_2 -норма в области v_2 L_2 -норма разности градиентов по направлению X кожных температур левого органа минус разброс в области v_1
$\ D(G_x^{\text{skin}})\ _1 - \ D(G_x^{\text{skin}})(v_2)\ _1$ где $v_2 = ((2, 0))$	L_1 -норма разности градиентов по направлению X кожных температур левого органа минус L_1 -норма в области v_2
$\sigma(D(G_x^{\text{skin}}))$	Стандартное отклонение разности градиентов по направлению X кожных температур левого органа
$\ D(G_x^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(G_x^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0))$	L_2 -норма разности градиентов по направлению X кожных температур левого органа минус стандартное отклонение в области v_1
$\ \ D(G_x^{\text{skin}})\ _2 - D(G_x^{\text{skin}})(v_1) \ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	L_2 -норма отклонений значений разности градиентов по направлению X кожных температур левого органа от L_2 -нормы в области v_1
$\text{osc}(D(G_x^{\text{inner}})) - \ D(G_x^{\text{inner}})(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Разброс разности градиентов по направлению X внутренних температур левого органа минус L_2 -норма в области v_2
$\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)\ _2 - \min(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	L_2 -норма лапласиана внутренних температур левого органа в области v_1 минус минимум в этой области

Таблица 7 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\ \max(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}) - \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	L_2 -норма отклонений лапласиана внутренних температур левого органа от максимума в области v_1
$\sigma(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1)) - \sigma(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$, $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Разница стандартных отклонений кожных температур правого органа между областями v_1 и v_2
$\sigma\left(\left \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - \Delta T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_2)\right \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Стандартное отклонение абсолютной разности лапласианов внутренних температур между левым и правым органом
$\text{osc}\left(\left G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\right \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$, $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	Разброс абсолютной разности градиентов по направлению Y внутренних температур левого органа между областями v_1 и v_2
$\sigma\left(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\right)$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Стандартное отклонение градиентов по направлению X внутренних температур левого органа минус стандартное отклонение в области v_2
$\ G_z^{\text{left}}(v_1)\ _2 - \ G_z^{\text{left}}(v_2)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$, $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 2))$	Разница L_2 -норм внутренних градиентов левого органа между областями v_1 и v_2
$\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$, $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	L_2 -норма разности лапласиана внутренних температур левого органа между областями v_1 и v_2
$\max(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}) - \min(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Максимум лапласиана внутренних температур левого органа минус минимум в области v_2
$\text{osc}\left(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\right) - \left\ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\right\ _2$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 2))$	Разброс градиентов по направлению X внутренних температур левого органа в области v_2 минус L_2 -норма в этой области

Таблица 7 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)\ _2 - \ \Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0)), v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 2))$	Разница L_2 -норм лапласиана кожных температур левого органа между областями v_1 и v_2
$\sigma(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1)) - \sigma(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2)), v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Разница стандартных отклонений градиентов по направлению Y внутренних температур правого органа между областями v_1 и v_2
$\max(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \sigma(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2)), v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Максимум лапласиана внутренних температур левого органа в области v_1 минус стандартное отклонение в области v_2
$\min(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)) - \max(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0)), v_2 = ((2, 1), (2, 2))$	Минимум кожных температур левого органа в области v_1 минус максимум в области v_2
$\mu(\sigma(G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}) - G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Среднее разницы между стандартным отклонением и значениями градиентов по направлению Y кожных температур левого органа в области v_2
$\mu(\min(\Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}}) - \Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	Среднее разницы минимума и значений лапласиана кожных температур правого органа в области v_1
$\mu(D(G_z)(v_1)) - \max(D(G_z)(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	Среднее разности внутренних градиентов левого и правого органа в области v_1 минус максимум в этой области
$\text{osc}(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}) - \ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Разброс градиентов по направлению X внутренних температур левого органа минус L_2 -норма в области v_2
$\text{osc}(D(G_y^{\text{inner}})(v_1) - D(G_y^{\text{inner}})(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1)), v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Разброс абсолютной разности разностей градиентов по направлению Y внутренних температур левого органа между областями v_1 и v_2

Таблица 7 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\left\ T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2 - \min \left(T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0))$	L_2 -норма внутренних температур правого органа в области v_1 минус минимум в этой области
$\max \left(G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \mu \left(G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2)), v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Максимум градиентов по направлению Y кожных температур левого органа в области v_1 минус среднее в области v_2
$\max \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \mu \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0)), v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	Максимум кожных температур левого органа в области v_1 минус среднее в области v_2
$\sigma \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}} \right) - \text{osc} \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	Стандартное отклонение кожных температур левого органа минус разброс в области v_1
$\left\ G_z^{\text{right}}(v_1) \right\ _2 - \left\ G_z^{\text{right}}(v_2) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0)), v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	Разница L_2 -норм внутренних градиентов правого органа между областями v_1 и v_2
$\text{osc} \left(D(G_x^{\text{inner}})(v_1) \right) - \sigma \left(D(G_x^{\text{inner}})(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0))$	Разброс разности градиентов по направлению X внутренних температур левого органа в области v_1 минус стандартное отклонение в этой области
$\left \mu \left(G_z^{\text{right}} \right) - G_z^{\text{right}}(v_1) \right _1$ где $v_1 = ((0, 2))$	L_1 -норма отклонений внутренних градиентов правого органа от среднего значения в области v_1
$\text{osc} \left(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Разброс лапласиана внутренних температур левого органа минус стандартное отклонение в области v_2

Таблица 8: Наиболее информативные признаки для головного мозга после 2 этапа отбора (первые 50)

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\min (D(G_x^{\text{skin}})) - \text{osc} (D(G_x^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	0.668396	0.561951
$\sigma (G_z^{\text{left}}(v_1)) - \text{osc} (G_z^{\text{left}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0))$	0.657952	0.561951
$\max (G_z^{\text{left}}(v_1)) - \mu (G_z^{\text{left}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0))$ и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.654654	0.580381
$\text{osc} (D(G_x^{\text{inner}})(v_1)) - \ D(G_x^{\text{inner}})(v_2)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1))$ и $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.652667	0.592349
$\ \mu (T_{\text{left}}^{\text{skin}}) - T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$	0.652667	0.685714
$\text{osc} (D(G_x^{\text{inner}})) - \ D(G_x^{\text{inner}})(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.632456	0.580381
$\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)\ _2 - \min (\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	0.632456	0.628571
$\sigma (T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1)) - \sigma (T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.632456	0.615587
$\sigma (\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - \Delta T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_2)\)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$ и $v_2 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.631942	0.708346
$\text{osc} (\ G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.627646	0.523148
$\sigma (G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}) - \sigma (G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.626438	0.502625
$\ G_z^{\text{left}}(v_1)\ _2 - \ G_z^{\text{left}}(v_2)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$ и $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 2))$	0.625227	0.561951
$\text{osc} (G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)) - \ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 2))$	0.624881	0.555673
$\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)\ _2 - \ \Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$ и $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 2))$	0.624881	0.615587
$\sigma (G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1)) - \sigma (G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.624188	0.519784
$\max (\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \sigma (\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.624188	0.502625

Таблица 8 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\mu \left(\sigma \left(G_{y,\text{left}}^{\text{skin}} \right) - G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.624188	0.565065
$\mu \left(\min \left(\Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}} \right) - \Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	0.621756	0.561951
$\mu \left(D(G_z)(v_1) - \max \left(D(G_z)(v_1) \right) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	0.620013	0.615587
$\text{osc} \left(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}} \right) - \left\ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.617914	0.580381
$\left\ T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2 - \min \left(T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0))$	0.617914	0.555673
$\left\ G_z^{\text{right}}(v_1) \right\ _2 - \left\ G_z^{\text{right}}(v_2) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.617739	0.495595
$\sigma \left(\Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}} \right) - \text{osc} \left(\Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	0.617739	0.542897
$\sigma \left(\left G_z^{\text{left}}(v_1) - G_z^{\text{right}}(v_2) \right \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$ и $v_2 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.617213	0.648886
$\mu \left(\Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \min \left(\Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.616336	0.739844
$\max \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}} \right) - \mu \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.616336	0.675382
$\min \left(\left T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) - T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1))$	0.616336	0.642857
$\sigma \left(\min \left(D(G_x^{\text{inner}}) \right) - D(G_x^{\text{inner}})(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.615457	0.555673
$\sigma \left(D(G_x^{\text{inner}}) - \max \left(D(G_x^{\text{inner}})(v_1) \right) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	0.615106	0.561951
$\mu \left(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \min \left(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	0.615106	0.657143
$\sigma \left(\left T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1) - T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2) \right \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$ и $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 2))$	0.615106	0.657143
$\mu \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}} \right) - \min \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.613520	0.561951
$\sigma \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \mu \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.611577	0.502625
$\min \left(\Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.610514	0.533114

Таблица 8 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\left\ G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2 - \left\ G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.610159	0.519784
$\sigma(D(\Delta T^{\text{skin}})(v_1)) - \mu(D(\Delta T^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.610159	0.571429
$\left\ \sigma(D(\Delta T^{\text{skin}})) - D(\Delta T^{\text{skin}})(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	0.609449	0.580381
$\min(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \mu(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.609449	0.742857
$\max(\Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}) - \mu(\Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_2 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.609272	0.580381
$\mu(G_z^{\text{right}}) - \min(G_z^{\text{right}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	0.608383	0.542897
$\left\ G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _1 - \text{osc}(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.608383	0.664910
$\sigma(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1)) - \sigma(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.608383	0.621261
$\left\ \mu(T_{\text{left}}^{\text{inner}}) - T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.606958	0.495595
$\sigma\left(\left T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) - T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.605173	0.589380
$\max(\Delta T_{\text{right}}^{\text{inner}}) - \sigma(\Delta T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.605173	0.495595
$\sigma(\Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)) - \sigma(\Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1))$ и $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.603202	0.495595
$\left\ D(T^{\text{inner}})(v_1) \right\ _1 - \sigma(D(T^{\text{inner}})(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0))$ и $v_2 = ((1, 1))$	0.603023	0.495595
$\sigma(D(T^{\text{inner}})) - \text{osc}(D(T^{\text{inner}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.603023	0.640723
$\left\ D(G_y^{\text{skin}})(v_2) \right\ _2 - \mu(D(G_y^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.603023	0.502625
$\min(T_{\text{left}}^{\text{skin}}) - \left\ T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right\ _1$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 1))$	0.603023	0.502625

Таблица 9: Интерпретация признаков для головного мозга после 2 этапа отбора

Формула признака	Интерпретация
$\min (D(G_x^{\text{skin}})) - \text{osc} (D(G_x^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	Минимум разности градиентов по X кожных температур минус разброс значений в области v_1
$\sigma (G_z^{\text{left}}(v_1)) - \text{osc} (G_z^{\text{left}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0))$	Стандартное отклонение внутренних градиентов левого органа в v_1 минус их разброс
$\max (G_z^{\text{left}}(v_1)) - \mu (G_z^{\text{left}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Максимум внутренних градиентов левого органа в v_1 минус среднее значение в v_2
$\text{osc} (D(G_x^{\text{inner}})(v_1)) - \ D(G_x^{\text{inner}})(v_2)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1))$ и $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Разброс разности градиентов по X внутренних температур в v_1 минус L_2 -норма в v_2
$\ \mu (T_{\text{left}}^{\text{skin}}) - T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$	L_2 -норма отклонений кожных температур левого органа от среднего в v_1
$\text{osc} (D(G_x^{\text{inner}})) - \ D(G_x^{\text{inner}})(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Разброс разности градиентов по X внутренних температур минус L_2 -норма в v_2
$\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)\ _2 - \min (\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	L_2 -норма лапласиана внутренних температур левого органа в v_1 минус минимум
$\sigma (T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1)) - \sigma (T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Разница стандартных отклонений кожных температур правого органа между областями v_1 и v_2

Таблица 9 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\sigma \left(\left \Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - \Delta T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right \right)$ <p>где $v_1 = v_2 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$</p>	Стандартное отклонение разности лапласианов между левым и правым органом
$\text{osc} \left(\left G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right \right)$ <p>где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$</p>	Разброс разности градиентов по Y внутренних температур левого органа между v_1 и v_2
$\sigma \left(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ <p>где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$</p>	Стандартное отклонение градиентов по X внутренних температур левого органа минус стандартное отклонение области v_2
$\left\ G_z^{\text{left}}(v_1) \right\ _2 - \left\ G_z^{\text{left}}(v_2) \right\ _2$ <p>где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$ и $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 2))$</p>	Разница L_2 -норм внутренних градиентов левого органа между v_1 и v_2
$\text{osc} \left(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right) - \left\ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$ <p>где $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 2))$</p>	Разброс градиентов по X внутренних температур в v_2 минус их L_2 -норма
$\left\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) \right\ _2 - \left\ \Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right\ _2$ <p>где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$ и $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 2))$</p>	Разница L_2 -норм лапласиана кожных температур левого органа между v_1 и v_2
$\sigma \left(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \sigma \left(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ <p>где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$</p>	Разница стандартных отклонений градиентов по Y внутренних температур правого органа между v_1 и v_2
$\max \left(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \sigma \left(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ <p>где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$</p>	

Таблица 9 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Максимум лапласиана внутренних температур левого органа в v_1 минус стандартное отклонение области v_2
$\mu \left(\sigma \left(G_{y,\text{left}}^{\text{skin}} \right) - G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Среднее отклонения градиентов по Y кожных температур левого органа в v_2 от стандартного отклонения
$\mu \left(\min \left(\Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}} \right) - \Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	Среднее отклонения лапласиана кожных температур правого органа в v_1 от минимума
$\mu \left(D(G_z)(v_1) \right) - \max \left(D(G_z)(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	Среднее разности внутренних градиентов в v_1 минус максимум
$\text{osc} \left(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}} \right) - \left\ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Разброс градиентов по X внутренних температур левого органа минус L_2 -норма в v_2
$\left\ T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2 - \min \left(T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0))$	L_2 -норма внутренних температур правого органа в v_1 минус минимум
$\left\ G_z^{\text{right}}(v_1) \right\ _2 - \left\ G_z^{\text{right}}(v_2) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	Разница L_2 -норм внутренних градиентов правого органа между v_1 и v_2
$\sigma \left(\Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}} \right) - \text{osc} \left(\Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	Стандартное отклонение лапласиана кожных температур правого органа минус разброс в v_1
$\sigma \left(\left G_z^{\text{left}}(v_1) - G_z^{\text{right}}(v_2) \right \right)$	

Таблица 9 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
<p>где $v_1 = v_2 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$</p>	Стандартное отклонение абсолютной разности внутренних градиентов между левым и правым органом
<p>$\mu (\Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)) - \min (\Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$</p>	Среднее лапласиана кожных температур левого органа в v_1 минус минимум в v_2
<p>$\max (T_{\text{left}}^{\text{skin}}) - \mu (T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$</p>	Максимум кожных температур левого органа минус среднее в v_1
<p>$\min (T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) - T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1))$</p>	Минимум абсолютной разности кожных температур левого органа между v_1 и v_2
<p>$\sigma (\min (D(G_x^{\text{inner}})) - D(G_x^{\text{inner}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$</p>	Стандартное отклонение отклонения разности градиентов по X внутренних температур в v_1 от минимума
<p>$\sigma (D(G_x^{\text{inner}})) - \max (D(G_x^{\text{inner}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$</p>	Стандартное отклонение разности градиентов по X внутренних температур минус максимум в v_1
<p>$\mu (G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1)) - \min (G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$</p>	Среднее градиентов по Y внутренних температур правого органа в v_1 минус минимум
<p>$\sigma (T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1) - T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$ и $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 2))$</p>	Стандартное отклонение абсолютной разности кожных температур правого органа между v_1 и v_2
<p>$\mu (T_{\text{left}}^{\text{inner}}) - \min (T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$</p>	

Таблица 9 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
<p>где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$</p> $\sigma \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \mu \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ <p>где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$</p>	Среднее внутренних температур левого органа минус минимум в v_2
$\min \left(\Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ <p>где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$</p>	Стандартное отклонение градиентов по Y внутренних температур левого органа в v_1 минус среднее в v_2
$\left\ G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2 - \left\ G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$ <p>где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$</p>	Минимум разности лапласиана кожных температур левого органа между v_1 и v_2
$\sigma \left(D(\Delta T^{\text{skin}})(v_1) \right) - \mu \left(D(\Delta T^{\text{skin}})(v_1) \right)$ <p>где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$</p>	Разница L_2 -норм градиентов по X внутренних температур правого органа между v_1 и v_2
$\left\ \sigma \left(D(\Delta T^{\text{skin}}) \right) - D(\Delta T^{\text{skin}})(v_1) \right\ _2$ <p>где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$</p>	Стандартное отклонение минус среднее разности лапласианов кожных температур в v_1
$\min \left(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \mu \left(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ <p>где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$</p>	L_2 -норма отклонения разности лапласианов кожных температур в v_1 от стандартного отклонения
$\max \left(\Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}} \right) - \mu \left(\Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ <p>где $v_2 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$</p>	Минимум градиентов по X внутренних температур левого органа в v_1 минус среднее в v_2
	Максимум лапласиана кожных температур левого органа минус среднее в v_2

Таблица 9 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\mu \left(G_z^{\text{right}} \right) - \min \left(G_z^{\text{right}}(v_1) \right)$ <p>где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$</p>	Среднее внутренних градиентов правого органа минус минимум в v_1
$\left\ G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _1 - \text{osc} \left(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ <p>где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$</p>	L_1 -норма градиентов по Y внутренних температур правого органа в v_1 минус разброс
$\sigma \left(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \sigma \left(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ <p>где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$</p>	Разница стандартных отклонений кожных температур правого органа между v_1 и v_2
$\left\ \mu \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}} \right) - T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$ <p>где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$</p>	L_2 -норма отклонения внутренних температур левого органа в v_2 от среднего
$\sigma \left(\left T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) - T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right \right)$ <p>где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$</p>	Стандартное отклонение абсолютной разности внутренних температур правого органа между v_1 и v_2
$\max \left(\Delta T_{\text{right}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(\Delta T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ <p>где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$</p>	Максимум лапласиана внутренних температур правого органа минус стандартное отклонение области v_2
$\sigma \left(\Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \sigma \left(\Delta T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ <p>где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1))$ и $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$</p>	Разница стандартных отклонений лапласиана кожных температур левого органа между v_1 и v_2
$\left\ D(T^{\text{inner}})(v_1) \right\ _1 - \sigma \left(D(T^{\text{inner}})(v_2) \right)$ <p>где $v_1 = ((0, 0))$</p>	

Таблица 9 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
и $v_2 = ((1, 1))$	L_1 -норма разности внутренних температур в v_1 минус стандартное отклонение области v_2
$\sigma(D(T^{\text{inner}})) - \text{osc}(D(T^{\text{inner}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	Стандартное отклонение разности внутренних температур минус разброс в v_1
$\ D(G_y^{\text{skin}})(v_2)\ _2 - \mu(D(G_y^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	L_2 -норма разности градиентов по Y кожных температур в v_2 минус среднее
$\min(T_{\text{left}}^{\text{skin}}) - \ T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2)\ _1$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 1))$	Минимум кожных температур левого органа минус L_1 -норма в v_2

Таблица 10: Все информативные признаки для головного мозга после 3 этапа отбора

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\sigma \left(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \sigma \left(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.624188	0.519784
$\left\ \mu \left(G_z^{\text{right}} \right) - G_z^{\text{right}}(v_1) \right\ _1$ где $v_1 = ((0, 2))$	0.617213	0.555673
$\sigma \left(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \sigma \left(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.608383	0.621261
$\min \left(D(G_x^{\text{inner}}) \right) - \mu \left(D(G_x^{\text{inner}})(v_2) \right)$ где $v_2 = ((1, 1))$	0.595801	0.580381
$\min \left(\Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.591608	0.502625
$\ D(G_z)\ _2 - \ D(G_z)(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.570752	0.589380

Таблица 11: Интерпретация признаков для головного мозга после 3 этапа отбора

Формула признака	Интерпретация
$\sigma \left(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \sigma \left(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (1, 1), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$ $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Разница стандартных отклонений градиентов по направлению Y внутренних температур правого органа между областями v_1 и v_2
$\left \mu \left(G_z^{\text{right}} \right) - G_z^{\text{right}}(v_1) \right _1$ где $v_1 = ((0, 2))$	L_1 -норма отклонений внутренних градиентов правого органа от среднего значения в области v_1
$\sigma \left(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \sigma \left(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (1, 1), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$ $v_2 = ((1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Разница стандартных отклонений кожных температур правого органа между областями v_1 и v_2
$\min \left(D(G_x^{\text{inner}}) \right) - \mu \left(D(G_x^{\text{inner}})(v_2) \right)$ где $v_2 = ((1, 1))$	Минимум разности градиентов по направлению X внутренних температур левого органа минус среднее значение в области v_2
$\min \left(\Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$, $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	Минимум разности лапласианов кожных температур правого органа между областями v_1 и v_2
$ D(G_z) _2 - D(G_z)(v_2) _2$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Разница L_2 -норм разности внутренних градиентов между левым и правым органом для всей матрицы и области v_2

Таблица 12: Наиболее информативные признаки для молочных желез после 1 этапа отбора (первые 62 признака)

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.762592738	0.766800888
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2$	0.762354079	0.741531850
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.761264666	0.762701433
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.751648381	0.756392017
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.751244544	0.753870718
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.750145034	0.738352658
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.749590232	0.743313982
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2$	0.723371929	0.758680329
$\max(\ T_{\text{left}}^{\text{skin}}\ _1 - T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.718498174	0.679961649
$\ T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.718334627	0.713349130
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.712684777	0.743947270
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.712565513	0.719465640
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.711718312	0.748455171
$\text{osc}(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}}))$	0.710274681	0.699386622
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_2))$ где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (1, 0))$	0.710113742	0.725530587
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (1, 0), (0, 0))$	0.708992535	0.728113065
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.706951716	0.719527976
$\min(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})) - \text{osc}(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	0.706527234	0.681055715
$\ D(T^{\text{skin}})\ _1 - \ D(T^{\text{skin}})(v_2)\ _1$ где $v_2 = ((2, 0))$	0.705976459	0.685993379
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 0))$	0.705706951	0.712867987
$\max(\text{osc}(G_{x,\text{left}}^{\text{skin}}) - G_{x,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.704956768	0.676055454

Таблица 12 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\ D(T^{\text{inner}})\ _2 - \sigma(D(T^{\text{inner}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (0, 0))$	0.704715793	0.729430082
$\min(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})) - \max(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.703514979	0.697273599
$\ G_{x,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2)\ _2 - \min(G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.702696867	0.694237378
$\min(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})) - \max(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.701841739	0.699348144
$\ \min(G_{x,\text{left_support}}^{\text{skin}}) - G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.701370481	0.695592744
$\min(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})) - \max(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.700806149	0.668147711
$\text{osc}(G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}) - \sigma(G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1))$ где $v_1 = ((2, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.700566598	0.690947687
$\ G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}\ _2 - \sigma(G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.700332481	0.652316224
$\ \text{osc}(G_{y,\text{right_support}}^{\text{skin}}) - G_{y,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	0.699334468	0.679704354
$\min(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})) - \ D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	0.698798994	0.679463464
$\ T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.697806997	0.715427213
$\ D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \min(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.696484687	0.658904165
$\ D(T^{\text{skin}})\ _1 - \ D(T^{\text{skin}})(v_1)\ _1$ где $v_1 = ((0, 2))$	0.695813400	0.690525631
$\text{osc}(\ T_{\text{left}}^{\text{inner}}\ _1 - T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.695790425	0.686274458
$\text{osc}(G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}) - \sigma(G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.695625752	0.682811771
$\ \text{osc}(G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}) - G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.695622305	0.688854355
$\ D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.695255670	0.625736799
$\text{osc}(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})) - \sigma(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (1, 0))$	0.693904693	0.702157901
$\sigma(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}}))$	0.693152885	0.645799981
$\sigma(G_{y,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2)) - \ G_{y,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.693101569	0.646188783

Таблица 12 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.690000206	0.679506368
$\min(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})) - \max(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.689309849	0.662187104
$\ D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.689278734	0.649629203
$\text{osc}(D(G_x^{\text{skin}})) - \min(D(G_x^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (0, 0))$	0.688835238	0.673279990
$\ \text{osc}(G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}) - G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.687686507	0.689752275
$\ D(T^{\text{inner}})\ _2 - \ D(T^{\text{inner}})(v_2)\ _1$ где $v_2 = ((2, 0))$	0.687444903	0.697273599
$\mu(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})) - \ D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.685047128	0.659914210
$\ D(G_y^{\text{skin}})\ _2 - \min(D(G_y^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 0))$	0.684500867	0.632530698
$\ D(G_x^{\text{skin}})\ _1 - \ D(G_x^{\text{skin}})(v_2)\ _1$ где $v_2 = ((2, 2))$	0.684489190	0.650739805
$\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.683391634	0.668124216
$\min(\text{osc}(G_{y,\text{right_support}}^{\text{skin}}) - G_{y,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1))$ где $v_1 = ((2, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.683368047	0.665197683
$\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.681114357	0.667869076
$\text{osc}(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})) - \sigma(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.679333790	0.658209499
$\ D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.678784500	0.624718162
$\text{osc}(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})) - \sigma(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (0, 0))$	0.678321182	0.632661862
$\min(D(G_y^{\text{skin}})) - \ D(G_y^{\text{skin}})(v_1)\ _1$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.676466706	0.622618263
$\text{osc}(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})) - \sigma(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (1, 0))$	0.676041211	0.640612076
$\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2$	0.673278037	0.667738111
$\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0))$	0.673278037	0.667738111
$\ \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}\ _2$	0.673278037	0.667738111
$\ D(\Delta T^{\text{skin}})\ _2$	0.673278037	0.667738111

Таблица 13: Интерпретация признаков для молочных желез после 1 этапа отбора

Формула признака	Интерпретация
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	<p>Норма L_2 разности кожных температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках (1,2), (2,2), (2,1), (2,0), (1,0)</p>
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2$	<p>Норма L_2 разности кожных температур левого и правого органов относительно опорной точки T_2</p>
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	<p>Норма L_2 разности кожных температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках (0,2), (1,2), (2,2), (2,1), (2,0), (1,0)</p>
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	<p>Норма L_2 разности кожных температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках (0,1), (0,2), (1,2), (2,2), (2,1), (2,0), (1,0)</p>
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0))$	<p>Норма L_2 разности кожных температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках (1,2), (2,2), (2,1), (2,0)</p>
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (2, 0))$	<p>Норма L_2 разности кожных температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках (2,2), (2,1), (2,0)</p>

Таблица 13 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	Норма L_2 разности кожных температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках (0,1), (0,2), (1,2)
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2$	Норма L_2 разности внутренних температур левого и правого органов относительно опорной точки T_2
$\max \left(\ T_{\text{left}}^{\text{skin}}\ _1 - T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	= Максимум из [нормы L_1 кожных температур левого органа минус значение правого органа в точках (0,1), (0,2), ..., (0,0)]
$\ T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	Норма L_2 кожных температур левого органа в точках (0,1), (0,2), ..., (0,0)
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	= Норма L_2 разности внутренних температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках (0,1), (0,2), ..., (1,0)
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	= Норма L_2 разности внутренних температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках (0,2), (1,2), (2,2), (2,1), (2,0), (1,0)
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0))$	= Норма L_2 разности внутренних температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках (1,2), (2,2), (2,1), (2,0)

Таблица 13 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\text{osc} \left(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}}) \right)$	Разброс значений разности градиентов по направлению x кожных температур относительно опорной точки T_2
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2 - \sigma \left(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_2) \right)$ где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (1, 0))$	Норма L_2 разности внутренних температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках $(2,2), (2,1), (1,0)$
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2 - \sigma \left(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (1, 0), (0, 0))$	Норма L_2 разности внутренних температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках $(0,1), (1,0), (0,0)$
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2 - \sigma \left(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$	Норма L_2 разности внутренних температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках $(0,1), (0,2), (1,2), (1,0), (0,0)$
$\min \left(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}}) \right) - \text{osc} \left(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	Минимум разности градиентов по направлению x относительно опорной точки T_2 минус разброс её значений в точках $(0,1), (0,2), \dots, (0,0)$
$\ D(T^{\text{skin}})\ _1 - \ D(T^{\text{skin}})(v_2)\ _1$ где $v_2 = ((2, 0))$	Норма L_1 разности кожных температур минус норма L_1 её значения в точке $(2,0)$
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})\ _2 - \sigma \left(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_2) \right)$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 0))$	Норма L_2 разности внутренних температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках $(0,2), (1,2), (2,0)$

Таблица 13 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\max \left(\text{osc} \left(G_{x,\text{left}}^{\text{skin}} \right) - G_{x,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	Максимум из [разброса градиентов по направлению x левого органа минус его значения в точках $(0,1), (0,2), \dots, (0,0)$]
$\ D(T^{\text{inner}})\ _2 - \sigma(D(T^{\text{inner}})(v_1)) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (0, 2), (0, 0))$	Норма L_2 разности внутренних температур минус стандартное отклонение значений в точках $(0,1), (0,2), (0,0)$
$\min(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})) - \max(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1)) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$	Минимум разности градиентов по направлению x относительно опорной точки T_2 минус максимум её значений в точках $(0,1), (0,2), (1,2), (1,0), (0,0)$
$\ G_{x,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2)\ _2 - \min(G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2)) \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	Норма L_2 градиентов по направлению x левого органа относительно левой опорной точки в точках минус минимум аналогичных значений правого органа
$\min(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})) - \max(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1)) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (1, 0), (0, 0))$	Минимум разности градиентов по направлению x относительно опорной точки T_2 минус максимум её значений в точках $(0,1), (0,2), (1,2), (2,2), (1,0), (0,0)$
$\left\ \min(G_{x,\text{left_support}}^{\text{skin}}) - G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right\ _2 \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	Норма L_2 [минимума градиентов по направлению x левого органа относительно левой точки минус значения правого органа относительно правой точки в точках]
$\min(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})) - \max(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2)) \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	Минимум разности градиентов по направлению y относительно опорной точки T_2 минус максимум её значений в точках $(0,1), (0,2), \dots, (1,0)$

Таблица 13 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\text{osc} \left(G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}} \right) - \sigma \left(G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((2, 2), (1, 0), (0, 0))$	Разброс градиентов по направлению x правого органа относительно правой точки минус стандартное отклонение значений в точках $(2,2), (1,0), (0,0)$
$\left\ G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}} \right\ _2 - \sigma \left(G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	Норма L_2 градиентов по направлению x правого органа относительно правой точки минус стандартное отклонение значений в точках $(0,2), (1,2), (2,2), (2,1), (2,0), (1,0)$
$\left\ \text{osc} \left(G_{y,\text{right_support}}^{\text{skin}} \right) - G_{y,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right\ _2 \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	Норма L_2 [разброса градиентов по направлению y правого органа относительно правой точки минус его значений в точках $(0,1), (0,2), \dots, (0,0)$]
$\min \left(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}}) \right) - \left\ D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1) \right\ _2 \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	Минимум разности градиентов по направлению x относительно опорной точки T_2 минус норма L_2 её значений в точках $(0,1), (0,2), \dots, (0,0)$
$\left\ T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	Норма L_2 внутренних температур левого органа в точках $(0,1), (0,2), \dots, (0,0)$
$\left\ D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}}) \right\ _2 - \min \left(D(G_{x,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (0, 0))$	Норма L_2 разности градиентов по направлению x относительно опорной точки T_2 минус минимум её значений в точках $(0,1), (0,2), (1,0), (0,0)$
$\left\ D(T^{\text{skin}}) \right\ _1 - \left\ D(T^{\text{skin}})(v_1) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 2))$	Норма L_1 разности кожных температур минус норма L_1 её значения в точке $(0,2)$

Таблица 13 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\text{osc} \left(\ T_{\text{left}}^{\text{inner}}\ _1 - T_{\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	Разброс [нормы L_1 внутренних температур левого органа минус значения правого органа в точках]
$\text{osc} \left(G_{x, \text{right_support}}^{\text{skin}} \right) - \sigma \left(G_{x, \text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0))$	Разброс градиентов по направлению x правого органа относительно правой точки минус стандартное отклонение значений в точках $(1,2), (2,2), (2,1), (2,0)$
$\left\ \text{osc} \left(G_{x, \text{right_support}}^{\text{skin}} \right) - G_{x, \text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right\ _2 \quad \text{где} \quad v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	Норма L_2 [разброса градиентов по направлению x правого органа относительно правой точки минус его значений в точках $(1,2), (2,2), (2,1), (2,0), (1,0)$]
$\ D(G_{x, \text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(G_{x, \text{support}}^{\text{skin}})(v_2)) \quad \text{где} \quad v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 0))$	Норма L_2 разности градиентов по направлению x относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках $(1,2), (2,1), (2,0)$
$\text{osc}(D(G_{x, \text{support}}^{\text{skin}})) - \sigma(D(G_{x, \text{support}}^{\text{skin}})(v_2)) \quad \text{где} \quad v_2 = ((2, 2), (2, 1), (1, 0))$	Разброс разности градиентов по направлению x относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение её значений в точках $(2,2), (2,1), (1,0)$
$\sigma(D(G_{y, \text{support}}^{\text{skin}}))$	Стандартное отклонение разности градиентов по направлению y кожных температур относительно опорной точки T_2
$\sigma \left(G_{y, \text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right) - \left\ G_{y, \text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right\ _2 \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	Стандартное отклонение градиентов по направлению y левого органа относительно левой точки в точках минус норма L_2 этих значений

Таблица 13 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	<p>Норма L_2 разности лапласианов кожных температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках (0,1), (0,2), ..., (1,0)</p>
$\min(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})) - \max(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	<p>Минимум разности градиентов по направлению y относительно опорной точки T_2 минус максимум её значений в точках (0,2), (1,2), (2,2), (2,1), (2,0), (1,0)</p>
$\ D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$	<p>Норма L_2 разности градиентов по направлению y относительно опорной точки T_2 в точках (0,1), (0,2), (1,2), (1,0), (0,0)</p>
$\text{osc}(D(G_x^{\text{skin}})) - \min(D(G_x^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (0, 0))$	<p>Разброс разности градиентов по направлению x минус минимум её значений в точках (0,1), (0,2), (0,0)</p>
$\ \text{osc}(G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}) - G_{x,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (2, 0))$	<p>Норма L_2 [разброса градиентов по направлению x правого органа относительно правой точки минус его значений в точках (2,2), (2,1), (2,0)]</p>
$\ D(T^{\text{inner}})\ _2 - \ D(T^{\text{inner}})(v_2)\ _1$ где $v_2 = ((2, 0))$	<p>Норма L_2 разности внутренних температур минус норма L_1 её значения в точке (2,0)</p>
$\mu(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})) - \ D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	<p>Среднее разности градиентов по направлению y относительно опорной точки T_2 минус норма L_2 её значений в точках (0,2), (1,2), (2,2), (2,1), (2,0), (1,0)</p>

Таблица 13 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\ D(G_y^{\text{skin}})\ _2 - \min(D(G_y^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 0))$	Норма L_2 разности градиентов по направлению y минус минимум её значений в точках $(0,2), (1,2), (2,0)$
$\ D(G_x^{\text{skin}})\ _1 - \ D(G_x^{\text{skin}})(v_2)\ _1$ где $v_2 = ((2, 2))$	Норма L_1 разности градиентов по направлению x минус норма L_1 её значения в точке $(2,2)$
$\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	Норма L_2 разности лапласианов относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках $(0,2), (1,2), (2,2), (2,1), (2,0), (1,0)$
$\min(\text{osc}(G_{y,\text{right_support}}^{\text{skin}}) - G_{y,\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1))$ где $v_1 = ((2, 2), (1, 0), (0, 0))$	Минимум из [разброса градиентов по направлению y правого органа относительно правой точки минус его значений в точках $(2,2), (1,0), (0,0)$]
$\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	Норма L_2 разности лапласианов относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках $(1,2), (2,2), (2,1), (2,0), (1,0)$
$\text{osc}(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})) - \sigma(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0))$	Разброс разности градиентов по направлению y относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение её значений в точках $(1,2), (2,2), (2,1), (2,0)$
$\ D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 0))$	Норма L_2 разности градиентов по направлению y относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение значений в точках $(1,2), (2,1), (2,0)$

Таблица 13 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\text{osc} \left(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}}) \right) - \sigma \left(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (0, 2), (0, 0))$	<p>Разброс разности градиентов по направлению y относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение её значений в точках $(0,1), (0,2), (0,0)$</p>
$\min \left(D(G_y^{\text{skin}}) \right) - \left\ D(G_y^{\text{skin}})(v_1) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	<p>Минимум разности градиентов по направлению y минус норма L_1 её значений в точках $(0,1), (0,2), (1,2)$</p>
$\text{osc} \left(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}}) \right) - \sigma \left(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((2, 2), (2, 1), (1, 0))$	<p>Разброс разности градиентов по направлению y относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение её значений в точках $(2,2), (2,1), (1,0)$</p>
$\left\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}}) \right\ _2$	<p>Норма L_2 разности лапласианов кожных температур относительно опорной точки T_2</p>
$\left\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}}) \right\ _2 - \sigma \left(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_1) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 0))$	<p>Норма L_2 разности лапласианов относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение в точке $(0,0)$</p>
$\left\ \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}} \right\ _2$	<p>Норма L_2 лапласиана кожных температур правого органа относительно правой опорной точки</p>
$\left\ D(\Delta T^{\text{skin}}) \right\ _2$	<p>Норма L_2 разности лапласианов кожных температур</p>

Таблица 14: Наиболее информативные признаки для молочных желез после 2 этапа отбора (первые 62 признака)

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$, где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.7626	0.7668
$\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_1))$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.6542	0.6167
$\text{osc}(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}) - \sigma(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_2))$, где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 0))$	0.6501	0.6681
$\ D(G_x^{\text{inner}})\ _1 - \sigma(D(G_x^{\text{inner}})(v_2))$, где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.6288	0.6044
$\ G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}\ _1 - \sigma(G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}(v_2))$, где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.6288	0.6044
$\mu(D(G_{y,\text{support}}^{\text{inner}})) - \ D(G_{y,\text{support}}^{\text{inner}})(v_1)\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	0.6107	0.6038
$\min(G_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$, $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.6093	0.6202
$\text{osc}(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}) - \mu(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_2 = ((2, 0))$	0.6021	0.5629
$\ \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}\ _2 - \min(\Delta T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_2))$, где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.5946	0.5573
$\text{osc}(\Delta T_{\text{support, left}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{support, right}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$, $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.5884	0.5867
$\sigma(\Delta T_{\text{support, left}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{support, right}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$, $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.5806	0.6104
$\text{osc}(T_{\text{left}}^{\text{skin}}) - \min(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 0))$	0.5772	0.5453
$\min(G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1)) - \ G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2)\ _1$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$, $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.5761	0.5739
$\sigma(\Delta T_{\text{support, left}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{support, right}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$, $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.5737	0.5875
$\ D(G_{\text{support}})(v_1)\ _1 - \min(D(G_{\text{support}})(v_1))$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	0.5720	0.5069
$\min(G_z^{\text{right}}(v_1)) - \ G_z^{\text{right}}(v_1)\ _1$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	0.5720	0.5069
$\ \max(T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}) - T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}(v_1)\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.5681	0.5576

Таблица 14 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\min \left(T_{\text{support, right}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \max \left(T_{\text{support, right}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.5617	0.5619
$\left\ D(G_{x, \text{central_support}}^{\text{inner}})(v_1) - D(G_{x, \text{central_support}}^{\text{inner}})(v_2) \right\ _1$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.5616	0.4834
$\left\ T_{\text{support, right}}^{\text{skin}}(v_1) \right\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.5567	0.5341
$\left\ G_{z, \text{right_support}} \right\ _2 - \min \left(G_{z, \text{right_support}}(v_1) \right)$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.5565	0.5097
$\sigma \left(T_{\text{support, left}}^{\text{inner}}(v_1) - T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.5536	0.5634
$\left\ G_{x, \text{support, right}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{x, \text{support, right}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.5527	0.5490
$\max \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \max \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$, где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.5493	0.5279
$\text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}} \right) - \mu \left(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$, где $v_2 = ((2, 2))$	0.5484	0.5403
$\min \left(G_{y, \text{support, right}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \left\ G_{y, \text{support, right}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.5472	0.5424
$\mu \left(\Delta T_{\text{support, left}}^{\text{inner}} \right) - \left\ \Delta T_{\text{support, left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$, где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.5461	0.5164
$\left\ \min \left(G_{\text{support, left}} \right) - G_{\text{support, left}}(v_1) \right\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.5459	0.5661
$\mu \left(\min \left(G_{y, \text{support, right}}^{\text{inner}} \right) - G_{y, \text{support, right}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.5442	0.5245
$\max \left(\Delta T_{\text{support, left}}^{\text{inner}} \right) - \max \left(\Delta T_{\text{support, left}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	0.5428	0.5325
$\left\ G_{x, \text{support, right}}^{\text{inner}} \right\ _2 - \min \left(G_{x, \text{support, right}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$, где $v_1 = ((2, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.5428	0.5225
$\text{osc} \left(D(T_{\text{central_support}}^{\text{inner}}) \right) - \sigma \left(D(T_{\text{central_support}}^{\text{inner}})(v_2) \right)$, где $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.5426	0.5389
$\mu \left(\left\ D(G_{y, \text{support}}^{\text{inner}}) \right\ _2 - D(G_{y, \text{support}}^{\text{inner}})(v_2) \right)$, где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.5421	0.5801
$\left\ D(\Delta T_{\text{central_support}}^{\text{skin}})(v_1) - D(\Delta T_{\text{central_support}}^{\text{skin}})(v_2) \right\ _1$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (1, 0))$	0.5417	0.4967
$\min \left(G_{\text{support, right}}(v_1) \right) - \left\ G_{\text{support, right}}(v_1) \right\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	0.5412	0.5018

Таблица 14 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\min(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{inner}})) - \mu(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_2))$, где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (1, 0))$	0.5403	0.4830
$\max\left(\left G_{y, \text{support, left}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{y, \text{support, right}}^{\text{inner}}(v_2)\right \right)$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.5402	0.5334
$\left\ D(T_{\text{central_support}}^{\text{inner}})\right\ _2 - \left\ D(T_{\text{central_support}}^{\text{inner}})(v_2)\right\ _1$, где $v_2 = ((2, 2))$	0.5390	0.5482
$\sigma\left(\Delta T_{\text{support, left}}^{\text{inner}}(v_2)\right) - \left\ \Delta T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}(v_2)\right\ _2$, где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	0.5384	0.5194
$\mu\left(\min\left(D(T_{\text{central_support}}^{\text{skin}})\right) - D(T_{\text{central_support}}^{\text{skin}})(v_2)\right)$, где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.5383	0.5206
$\left\ \max\left(\Delta T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}\right) - \Delta T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}(v_1)\right\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.5382	0.5429
$\left\ \min\left(D(G_{y, \text{central_support}}^{\text{inner}})\right) - D(G_{y, \text{central_support}}^{\text{inner}})(v_1)\right\ _1$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.5371	0.5789
$\text{osc}\left(\Delta T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}\right) - \min\left(\Delta T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}(v_1)\right)$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.5366	0.5189
$\left\ D(G_{y, \text{central_support}}^{\text{inner}})(v_1) - D(G_{y, \text{central_support}}^{\text{inner}})(v_2)\right\ _1$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.5359	0.5263
$\left\ T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}\right\ _2 - \left\ T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}(v_2)\right\ _1$, где $v_2 = ((2, 0))$	0.5359	0.5332
$\left\ \max\left(T_{\text{support, left}}^{\text{skin}}\right) - T_{\text{support, left}}^{\text{skin}}(v_2)\right\ _2$, где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 0))$	0.5349	0.5352
$\text{osc}\left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}\right) - \mu\left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1)\right)$, где $v_1 = ((0, 2))$	0.5347	0.5389
$\left\ \mu\left(D(T_{\text{central_support}}^{\text{skin}})\right) - D(T_{\text{central_support}}^{\text{skin}})(v_2)\right\ _1$, где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.5345	0.5448
$\left\ D(G_{x, \text{support}}^{\text{inner}})\right\ _2 - \left\ D(G_{x, \text{support}}^{\text{inner}})(v_2)\right\ _1$, где $v_2 = ((2, 0))$	0.5340	0.5077
$\left\ T_{\text{support, left}}^{\text{skin}}\right\ _2 - \max\left(T_{\text{support, left}}^{\text{skin}}(v_2)\right)$, где $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.5336	0.5382
$\left\ \mu\left(G_{y, \text{support, left}}^{\text{skin}}\right) - G_{y, \text{support, left}}^{\text{skin}}(v_2)\right\ _1$, где $v_2 = ((2, 0))$	0.5335	0.5180
$\max\left(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_1)\right) - \max\left(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_2)\right)$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.5328	0.4830
$\left\ \max\left(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\right) - D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_1)\right\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (0, 0))$	0.5323	0.5197
$\left\ \mu\left(D(\Delta T_{\text{central_support}}^{\text{inner}})\right) - D(\Delta T_{\text{central_support}}^{\text{inner}})(v_1)\right\ _1$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.5313	0.4698

Таблица 14 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\max (G_z^{\text{left}}(v_1)) - \min (G_z^{\text{left}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	0.5307	0.5216
$\left\ \min (D(G_{z,\text{support}})) - D(G_{z,\text{support}})(v_1) \right\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.5304	0.5011
$\left\ \min (D(\Delta T_{\text{central_support}}^{\text{inner}})) - D(\Delta T_{\text{central_support}}^{\text{inner}})(v_2) \right\ _1$, где $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.5303	0.4935
$\mu (D(G_{y,\text{central_support}}^{\text{inner}})) - \left\ D(G_{y,\text{central_support}}^{\text{inner}})(v_1) \right\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.5292	0.5350
$\left\ G_{y,\text{support, right}}^{\text{inner}} \right\ _2 - \mu (G_{y,\text{support, right}}^{\text{inner}}(v_2))$, где $v_2 = ((1, 1))$	0.5291	0.5383
$\text{osc} (G_{x,\text{support, left}}^{\text{inner}}(v_2)) - \left\ G_{x,\text{support, left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _1$, где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.5281	0.4761
$\min (\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}) - \sigma (\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1))$, где $v_1 = ((0, 1), (1, 0), (0, 0))$	0.5268	0.5088
$\left\ D(G_{z,\text{central_support}})(v_1) - D(G_{z,\text{central_support}})(v_2) \right\ _1$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0))$	0.5265	0.5125
$\min (G_z^{\text{left}}) - \text{osc} (G_z^{\text{left}}(v_1))$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$	0.5264	0.4944
$\min (D(G_{z,\text{support}})) - \left\ D(G_{z,\text{support}})(v_1) \right\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.5236	0.5163

Таблица 15: Интерпретация признаков для молочных желез после 2 этапа отбора

Формула признака	Интерпретация
$\ D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	L_2 -норма разности кожных температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение в точках (1,2), (2,2), (2,1), (2,0), (1,0)
$\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \sigma(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	L_2 -норма разности лапласианов кожных температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение в точках (0,1), (0,2), (1,2)
$\text{osc}(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}) - \sigma(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 0))$	Разброс глубинных температур правого органа относительно правой опорной точки минус стандартное отклонение в точках (0,2), (1,2), (2,0)
$\ D(G_x^{\text{inner}})\ _1 - \sigma(D(G_x^{\text{inner}})(v_2))$ где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (2, 0))$	L_1 -норма разности градиентов внутренних температур по направлению x минус стандартное отклонение в точках (2,2), (2,1), (2,0)
$\ G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}\ _1 - \sigma(G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (2, 0))$	L_1 -норма градиентов внутренних температур по направлению x правого органа минус стандартное отклонение в точках (2,2), (2,1), (2,0)
$\mu(D(G_{y,\text{support}}^{\text{inner}})) - \ D(G_{y,\text{support}}^{\text{inner}})(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	Среднее разности градиентов внутренних температур по направлению y относительно опорной точки T_2 минус L_2 -норма в области v_1

Таблица 15 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\min \left(\left G_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	<p>Минимальная разность градиентов внутренних температур относительно левых и правых опорных точек соответственно между областями v_1 левого органа и v_2 правого</p>
$\text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}} \right) - \mu \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((2, 0))$	<p>Разброс кожных температур правого органа относительно правой опорной точки минус среднее в точке (2,0)</p>
$\left\ \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{inner}} \right\ _2 - \min \left(\Delta T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	<p>L_2-норма лапласиана внутренних температур правого органа относительно правой опорной точки минус минимум в области v_2</p>
$\text{osc} \left(\left \Delta T_{\text{support, left}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{support, right}}^{\text{skin}}(v_2) \right \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	<p>Разброс разности лапласианов кожных температур относительно опорной точки T_2 между областями v_1 левого органа и v_2 правого</p>
$\sigma \left(\left \Delta T_{\text{support, left}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{support, right}}^{\text{skin}}(v_2) \right \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	<p>Стандартное отклонение разности лапласианов кожных температур относительно опорной точки T_2 между областями v_1 левого органа и v_2 правого</p>
$\text{osc} \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}} \right) - \min \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 0))$	<p>Разброс кожных температур левого органа минус минимум в точках (0,2), (1,2), (2,0)</p>
$\min \left(G_{y, \text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \left\ G_{y, \text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	<p>Минимум градиентов внутренних температур по направлению y левого органа относительно левой опорной точки в v_1 минус L_1-норма в v_2</p>

Таблица 15 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\sigma \left(\left \Delta T_{\text{support, left}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{support, right}}^{\text{skin}}(v_2) \right \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	Стандартное отклонение разности лапласианов кожных температур относительно опорной точки T_2 между областями v_1 в левом органе и v_2
$\ D(G_{\text{support}})(v_1)\ _1 - \min(D(G_{\text{support}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	L_1 -норма разности внутренних градиентов относительно опорной точки T_2 в v_1 минус минимум в этой области
$\min(G_z^{\text{right}}(v_1)) - \ G_z^{\text{right}}(v_1)\ _1$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	Минимум внутренних градиентов правого органа в v_1 минус L_1 -норма в этой области
$\left\ \max(T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}) - T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (1, 0), (0, 0))$	L_2 -норма разницы максимума и значений глубинных температур правого органа относительно опорной точки T_2 в v_1
$\min(T_{\text{support, right}}^{\text{skin}}(v_1)) - \max(T_{\text{support, right}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	Минимум кожных температур правого органа относительно опорной точки T_2 в v_1 минус максимум в v_2
$\left\ D(G_{x, \text{central_support}}^{\text{inner}})(v_1) - D(G_{x, \text{central_support}}^{\text{inner}})(v_2) \right\ _1$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	L_1 -норма разности градиентов внутренних температур по направлению x относительно опорной точки T_2 между областями v_1 и v_2
$\left\ T_{\text{support, right}}^{\text{skin}}(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (1, 0), (0, 0))$	L_2 -норма кожных температур правого органа относительно опорной точки T_2 в области v_1
$\ G_{z, \text{right_support}}\ _2 - \min(G_{z, \text{right_support}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (1, 0), (0, 0))$	L_2 -норма внутренних градиентов правого органа относительно правой опорной точки минус минимум в v_1

Таблица 15 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\sigma \left(T_{\text{support, left}}^{\text{inner}}(v_1) - T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ $((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$ $((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	$v_1 =$ Стандартное отклонение $v_2 =$ разности глубинных температур относительно опорной точки T_2 между v_1 в левом органе и v_2 в правом.
$\left\ G_{x, \text{support, right}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{x, \text{support, right}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$ $((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (1, 0), (0, 0))$ $((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	$v_1 =$ L_2 -норма разности $v_2 =$ градиентов внутренних температур по направлению x правого органа относительно опорной точки T_2 между областями v_1 и v_2
$\max \left(\Delta T_{\text{left, support}}^{\text{inner}} \right) - \max \left(\Delta T_{\text{left, support}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ $((0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	$v_2 =$ Максимум лапласиана внутренних температур левого органа относительно левой опорной точки минус максимум в v_2
$\text{osc} \left(T_{\text{right, support}}^{\text{inner}} \right) - \mu \left(T_{\text{right, support}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ где $v_2 = ((2, 2))$	Разброс глубинных температур правого органа относительно правой опорной точки минус среднее в точке (2,2)
$\min \left(G_{y, \text{support, right}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \left\ G_{y, \text{support, right}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2$ $((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$	$v_1 =$ Минимум градиентов внутренних температур по направлению y правого органа относительно опорной точки T_2 в v_1 минус L_2 -норма в этой области
$\mu \left(\Delta T_{\text{support, left}}^{\text{inner}} \right) - \left\ \Delta T_{\text{support, left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$ $((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	$v_2 =$ Среднее лапласиана внутренних температур левого органа относительно опорной точки T_2 минус L_2 -норма в v_2
$\left\ \min \left(G_{\text{support, left}} \right) - G_{\text{support, left}}(v_1) \right\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	L_2 -норма разницы минимума внутренних градиентов левого органа относительно левой опорной точки и их значений в области v_1

Таблица 15 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\mu \left(\min \left(G_{y,\text{support},\text{right}}^{\text{inner}} \right) - G_{y,\text{support},\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right) \quad \text{где } v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$	Среднее разницы минимума и значений градиентов внутренних температур по направлению y относительно опорной точки T_2 в v_1
$\max \left(\Delta T_{\text{support},\text{left}}^{\text{inner}} \right) - \max \left(\Delta T_{\text{support},\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right) \quad \text{где } v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	Максимум лапласиана внутренних температур левого органа относительно опорной точки T_2 минус максимум в v_1
$\left\ G_{x,\text{support},\text{right}}^{\text{inner}} \right\ _2 - \min \left(G_{x,\text{support},\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right) \quad \text{где } v_1 = ((2, 2), (1, 0), (0, 0))$	L_2 -норма градиентов внутренних температур по направлению x правого органа относительно опорной точки T_2 минус минимум в точках $(2, 2), (1, 0), (0, 0)$
$\text{osc} \left(D(T_{\text{central_support}}^{\text{inner}}) \right) - \sigma \left(D(T_{\text{central_support}}^{\text{inner}})(v_2) \right) \quad \text{где } v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 0))$	Разброс разности глубинных температур относительно опорной точки T_2 минус стандартное отклонение в точках $(1, 2), (2, 1), (2, 0)$
$\mu \left(\left\ D(G_{y,\text{support}}^{\text{inner}}) \right\ _2 - D(G_{y,\text{support}}^{\text{inner}})(v_2) \right) \quad \text{где } v_2 = ((2, 2), (2, 1), (2, 0))$	Среднее разницы L_2 -нормы и значений разности градиентов внутренних температур по направлению y относительно опорной точки T_2 в точках $(2, 2), (2, 1), (2, 0)$
$\left\ D(\Delta T_{\text{central_support}}^{\text{skin}})(v_1) - D(\Delta T_{\text{central_support}}^{\text{skin}})(v_2) \right\ _1 \quad \text{где } v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2)) \quad v_2 = ((2, 2), (2, 1), (1, 0))$	L_1 -норма разности лапласианов кожных температур относительно опорной точки T_2 между областями v_1 и v_2
$\min \left(G_{\text{support},\text{right}}(v_1) \right) - \left\ G_{\text{support},\text{right}}(v_1) \right\ _2 \quad \text{где } v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$	Минимум внутренних градиентов правого органа относительно опорной точки T_2 в v_1 минус L_2 -норма в этой области

Таблица 15 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\min \left(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{inner}}) \right) - \mu \left(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_2) \right)$ где $v_2 = ((2, 2), (2, 1), (1, 0))$	Минимум разности лапласианов глубинных температур относительно опорной точки T_2 минус среднее значение в точках $(2,2), (2,1), (1,0)$ той же матрицы
$\max \left(\left G_{y,\text{support},\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{y,\text{support},\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	Максимум разности градиентов внутренних температур по направлению y относительно опорной точки T_2 областей v_1 и v_2
$\left\ D(T_{\text{central_support}}^{\text{inner}}) \right\ _2 - \left\ D(T_{\text{central_support}}^{\text{inner}})(v_2) \right\ _1$ где $v_2 = ((2, 2))$	L_2 -норма разности глубинных температур относительно опорной точки T_2 минус L_1 -норма в точке $(2,2)$
$\sigma \left(\Delta T_{\text{support},\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right) - \left\ \Delta T_{\text{support},\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$ где $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0), (0, 0))$	Стандартное отклонение лапласиана внутренних температур левого органа относительно опорной точки T_2 в v_2 минус L_2 -норма лапласиана внутренних температур правого органа относительно опорной точки T_2 в этой же области
$\mu \left(\min \left(D(T_{\text{central_support}}^{\text{skin}}) \right) - D(T_{\text{central_support}}^{\text{skin}})(v_2) \right)$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	Среднее разницы минимума и значений разности кожных температур относительно опорной точки T_2 в v_2
$\left\ \max \left(\Delta T_{\text{support},\text{right}}^{\text{inner}} \right) - \Delta T_{\text{support},\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (0, 0))$	L_2 -норма разницы максимума и значений лапласиана правого органа относительно опорной точки T_2 в v_1
$\left\ \min \left(D(G_{y,\text{central_support}}^{\text{inner}}) \right) - D(G_{y,\text{central_support}}^{\text{inner}})(v_1) \right\ _1$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (0, 0))$	L_1 -норма разницы минимума и значений разности градиентов внутренних температур по направлению y относительно опорной точки T_2 в v_1

Таблица 15 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\text{osc} \left(\Delta T_{\text{support, right}}^{\text{inner}} \right) - \min \left(\Delta T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}(v_1) \right) \quad \text{где } v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	<p>Разброс лапласиана внутренних температур правого органа относительно опорной точки T_2 минус минимум в точках (0,1), (0,2), (1,2)</p>
$\left\ D(G_{y, \text{central_support}}^{\text{inner}})(v_1) - D(G_{y, \text{central_support}}^{\text{inner}})(v_2) \right\ _1 \quad \text{где } v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	<p>L_1-норма разности градиентов внутренних температур по направлению y относительно опорной точки T_2 между областями v_1 и v_2</p>
$\left\ T_{\text{support, right}}^{\text{inner}} \right\ _2 - \left\ T_{\text{support, right}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где } v_2 = ((2, 0))$	<p>L_2-норма глубинных температур правого органа относительно опорной точки T_2 минус L_1-норма в точке (2,0)</p>
$\left\ \max \left(T_{\text{support, left}}^{\text{skin}} \right) - T_{\text{support, left}}^{\text{skin}}(v_2) \right\ _2 \quad \text{где } v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 0))$	<p>L_2-норма разницы максимума и значений кожных температур левого органа относительно опорной точки T_2 в v_2</p>
$\text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}} \right) - \mu \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right) \quad \text{где } v_1 = ((0, 2))$	<p>Разброс кожных температур правого органа относительно правой опорной точки минус среднее в точке (0,2)</p>
$\left\ \mu \left(D(T_{\text{central_support}}^{\text{skin}}) \right) - D(T_{\text{central_support}}^{\text{skin}})(v_2) \right\ _1 \quad \text{где } v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0))$	<p>L_1-норма разницы среднего и значений разности кожных температур относительно опорной точки T_2 в v_2</p>
$\left\ D(G_{x, \text{support}}^{\text{inner}}) \right\ _2 - \left\ D(G_{x, \text{support}}^{\text{inner}})(v_2) \right\ _1 \quad \text{где } v_2 = ((2, 0))$	<p>L_2-норма разности градиентов внутренних температур по направлению x относительно опорной точки T_2 минус L_1-норма в точке (2,0)</p>
$\left\ T_{\text{support, left}}^{\text{skin}} \right\ _2 - \max \left(T_{\text{support, left}}^{\text{skin}}(v_2) \right) \quad \text{где } v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 0))$	<p>L_2-норма кожных температур левого органа относительно опорной точки T_2 минус максимум в точках (1,2), (2,1), (2,0)</p>

Таблица 15 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\left\ \mu \left(G_{y,\text{support, left}}^{\text{skin}} \right) - G_{y,\text{support, left}}^{\text{skin}}(v_2) \right\ _1$ где $v_2 = ((2, 0))$	L_1 -норма разницы среднего и значений градиентов кожных температур левого органа по направлению y относительно опорной точки T_2 в точке $(2, 0)$
$\max \left(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_1) \right) - \max \left(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	Максимум разности лапласианов глубинных температур относительно опорной точки T_2 в v_1 минус максимум в v_2
$\left\ \max \left(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}}) \right) - D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (0, 0))$	L_2 -норма разницы максимума и значений разности кожных температур относительно опорной точки T_2 в v_1
$\left\ \mu \left(D(\Delta T_{\text{central_support}}^{\text{inner}}) \right) - D(\Delta T_{\text{central_support}}^{\text{inner}})(v_1) \right\ _1$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (0, 0))$	L_1 -норма разницы среднего и значений разности лапласианов глубинных температур относительно опорной точки T_2 в v_1
$\max \left(G_z^{\text{left}}(v_1) \right) - \min \left(G_z^{\text{left}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0), (1, 0))$	Максимум внутренних градиентов левого органа в v_1 минус минимум в v_2
$\left\ \min \left(D(G_{z,\text{support}}) \right) - D(G_{z,\text{support}})(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (2, 2), (1, 0), (0, 0))$	L_2 -норма разницы минимума и значений разности внутренних градиентов относительно опорной точки T_2 в v_1
$\left\ \min \left(D(\Delta T_{\text{central_support}}^{\text{inner}}) \right) - D(\Delta T_{\text{central_support}}^{\text{inner}})(v_2) \right\ _1$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 1), (2, 0))$	L_1 -норма разницы минимума и значений разности лапласианов внутренних температур относительно опорной точки T_2 в v_2
$\mu \left(D(G_{y,\text{central_support}}^{\text{inner}}) \right) - \left\ D(G_{y,\text{central_support}}^{\text{inner}})(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$	Среднее разности градиентов внутренних температур по направлению y относительно опорной точки T_2 минус L_2 -норма в v_1

Таблица 15 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\left\ G_{y,\text{support},\text{right}}^{\text{inner}} \right\ _2 - \mu \left(G_{y,\text{support},\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ где $v_2 = ((1, 1))$	L_2 -норма градиентов внутренних температур правого органа по направлению y относительно опорной точки T_2 минус среднее в точке $(1,1)$
$\text{osc} \left(G_{x,\text{support},\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right) - \left\ G_{x,\text{support},\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _1$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0))$	Разброс градиентов внутренних температур по направлению x левого органа относительно опорной точки T_2 в v_2 минус L_1 -норма в этой области
$\min \left(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(\Delta T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (1, 0), (0, 0))$	Минимум лапласиана внутренних температур левого органа минус стандартное отклонение в точках $(0,1), (1,0), (0,0)$
$\left\ D(G_{z,\text{central_support}})(v_1) - D(G_{z,\text{central_support}})(v_2) \right\ _1$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (0, 0))$ $v_2 = ((1, 2), (2, 2), (2, 1), (2, 0))$	L_1 -норма разности внутренних градиентов относительно опорной точки T_2 между областями v_1 и v_2
$\min \left(G_z^{\text{left}} \right) - \text{osc} \left(G_z^{\text{left}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2), (1, 0), (0, 0))$	Минимум внутренних градиентов левого органа минус разброс значений в v_1
$\min \left(D(G_{z,\text{support}}) \right) - \left\ D(G_{z,\text{support}})(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	Минимум разности внутренних градиентов относительно опорной точки T_2 минус L_2 -норма в точках $(0,1), (0,2), (1,2)$

Таблица 16: Наиболее информативные признаки для яичников после 1 этапа отбора (первые 50)

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.726620	0.595963
$\ \max (G_{z,\text{left_support}}) - G_{z,\text{left_support}}(v_2) \ _1$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.717556	0.636532
$\ \max (G_z^{\text{left}}) - G_z^{\text{left}}(v_2) \ _1$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.717556	0.636532
$\ \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}} \ _1 - \min \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ где $v_2 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.717556	0.713176
$\mu \left(G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \ G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \ _1$ где $v_2 = ((2, 0))$	0.713793	0.666307
$\min (G_{z,\text{left_support}}) - \ G_{z,\text{left_support}}(v_1) \ _1$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	0.702790	0.666307
$\min \left(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}} \right) - \mu \left(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.691865	0.636532
$\sigma \left(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1) \right) - \text{osc} \left(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.691454	0.584276
$\ (G_{x,\text{right}}^{\text{inner}} \ _1 - \max \left(G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	0.671212	0.541390
$\sigma \left(G_{y,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right) - \mu \left(G_{y,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.665644	0.679122
$\mu \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \max \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1))$ и $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.663767	0.594515
$\max \left(D(G_y^{\text{inner}}) \right) - \ D(G_y^{\text{inner}})(v_2) \ _2$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.658768	0.531751
$\sigma \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}} \right) - \mu \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	0.657038	0.583539
$\max \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \ G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \ _1$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.656871	0.531751
$\text{osc} \left(G_z^{\text{left}} \right) - \max \left(G_z^{\text{left}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.653162	0.554760
$\ (D(G_{z,\text{support}}) \ _1 - \ D(G_{z,\text{support}})(v_1) \ _1)$ где $v_1 = ((0, 0))$	0.652357	0.533369
$\ \min \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	0.650003	0.587220
$\ \mu \left(D(G_x^{\text{inner}}) \right) - D(G_x^{\text{inner}})(v_2) \ _1$ где $v_2 = ((2, 2))$	0.647506	0.566295
$\sigma \left(G_{x,\text{right_support}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(G_{x,\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.644320	0.540594
$\max \left(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \mu \left(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0))$	0.640982	0.553982
$\min \left(D(G_{y,\text{support}}^{\text{inner}})(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.640162	0.516119

Таблица 16 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\text{osc} \left(G_{y,\text{right_support}}^{\text{inner}} \right) - \left\ G_{y,\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.637695	0.678487
$\mu \left(D(G_y^{\text{inner}}) \right) - \max \left(D(G_y^{\text{inner}})(v_2) \right)$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.637558	0.523582
$\sigma \left(G_z^{\text{right}}(v_2) \right) - \left\ G_z^{\text{right}}(v_2) \right\ _1$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.633977	0.538196
$\mu \left(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}}) \right) - \min \left(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	0.633873	0.601722
$\left\ G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _1 - \max \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.632282	0.578345
$\left\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}}) \right\ _2 - \text{osc} \left(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2) \right)$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.628428	0.530939
$\left\ \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _1 - \mu \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.627661	0.528498
$\left\ \mu \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}} \right) - T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (1, 2))$	0.627591	0.700985
$\mu \left(G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}} \right)$	0.627486	0.516119
$\mu \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}} \right)$	0.627486	0.516119
$\max \left(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \mu \left(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.623637	0.513608
$\sigma \left(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \left\ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _1$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$ и $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.623461	0.584277
$\max \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \min \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (2, 2))$	0.617605	0.590149
$\sigma \left(\left G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.616044	0.495671
$\max \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \min \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (2, 2))$	0.615475	0.535788
$\min \left(T_{\text{right}}^{\text{skin}} \right) - \sigma \left(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.615119	0.622841
$\left\ \left\ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}} \right\ _2 - G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.613622	0.578345
$\min \left(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \max \left(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.613123	0.594515
$\sigma \left(\left \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.610977	0.523582
$\left\ \max \left(\Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}} \right) - \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	0.610224	0.493055
$\left\ \text{osc} \left(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}}) \right) - D(T_{\text{support}}^{\text{inner}}(v_1)) \right\ _1$ где $v_1 = ((0, 2))$	0.609147	0.629724
$\left\ \mu \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}} \right) - T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right\ _1$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	0.608751	0.490426

Таблица 16 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\min \left(T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \mu \left(T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	0.607923	0.626292
$\sigma \left(G_{x,\text{left}}^{\text{skin}} \right) - \min \left(G_{x,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.601880	0.626292
$\left\ \mu \left(G_{y,\text{left}}^{\text{skin}} \right) - G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right\ _1$ где $v_2 = ((1, 1))$	0.599912	0.521106
$\sigma \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (1, 0))$	0.599182	0.583539
$\mu \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.598268	0.649934
$\text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \sigma \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.596839	0.655218
$\left\ T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _1$ где $v_1 = ((0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0))$	0.596509	0.505999

Таблица 17: Интерпретация признаков для яичников после 1 этапа отбора

Формула признака	Интерпретация
$\text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	Разброс глубинных температур правого органа относительно правой опорной точки минус стандартное отклонение в точках (0,0), (1,0), (2,0)
$\left\ \max \left(G_{z,\text{left_support}} \right) - G_{z,\text{left_support}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	L_1 -норма разницы максимума и значений внутренних градиентов левого органа относительно левой опорной точки в области v_2
$\left\ \max \left(G_z^{\text{left}} \right) - G_z^{\text{left}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	L_1 -норма разницы максимума и значений внутренних градиентов левого органа в области v_2
$\left\ \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}} \right\ _1 - \min \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	L_1 -норма лапласиана глубинных температур левого органа относительно левой опорной точки минус минимум в области v_2
$\mu \left(G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \left\ G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_2 = ((2, 0))$	Среднее градиентов внутренних температур по направлению y левого органа относительно левой опорной точки минус L_1 -норма в точке (2,0)
$\min \left(G_{z,\text{left_support}} \right) - \left\ G_{z,\text{left_support}}(v_1) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	Минимум внутренних градиентов левого органа относительно левой опорной точки минус L_1 -норма в точках (0,0), (0,1), (0,2)
$\min \left(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}} \right) - \mu \left(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Минимум кожных температур левого органа относительно левой опорной точки минус среднее в точках (2,0), (2,1), (2,2)

Таблица 17 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\sigma(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1)) - \text{osc}(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Стандартное отклонение разности градиентов кожных температур по направлению y относительно опорной точки в v_1 минус разброс в v_2
$\ (G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}\ _1 - \max(G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	L_1 -норма градиентов внутренних температур по направлению x правого органа минус максимум в точках $(0,0), (0,1), (1,0)$
$\sigma(G_{y,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2)) - \mu(G_{y,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Стандартное отклонение градиентов кожных температур по направлению y левого органа относительно левой опорной точки в v_2 минус среднее в той же области
$\mu(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)) - \max(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1))$ и $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Среднее кожных температур левого органа в v_1 минус максимум в v_2
$\max(D(G_y^{\text{inner}})) - \ D(G_y^{\text{inner}})(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Максимум разности градиентов внутренних температур по направлению y минус L_2 -норма в области v_2
$\sigma(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}) - \mu(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	Стандартное отклонение градиентов внутренних температур по направлению y левого органа минус среднее в v_1
$\max(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \ G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _1$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Максимум градиентов внутренних температур по направлению y левого органа в v_1 минус L_1 -норма в v_2
$\text{osc}(G_z^{\text{left}}) - \max(G_z^{\text{left}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	Разброс внутренних градиентов левого органа минус максимум в точках $(0,0), (1,0), (2,0)$

Таблица 17 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\ D(G_{z,\text{support}})\ _1 - \ D(G_{z,\text{support}})(v_1)\ _1$ где $v_1 = ((0, 0))$	L_1 -норма разности внутренних градиентов относительно опорной точки
$\left\ \min \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	минус L_1 -норма в точке (0,0) L_2 -норма разницы минимума и значений лапласиана глубинных температур левого органа относительно левой опорной точки в v_1
$\ \mu(D(G_x^{\text{inner}})) - D(G_x^{\text{inner}})(v_2)\ _1$ где $v_2 = ((2, 2))$	L_1 -норма разницы среднего и значений разности градиентов внутренних температур по направлению x в точке (2,2)
$\sigma(G_{x,\text{right_support}}^{\text{inner}}) - \sigma(G_{x,\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	Стандартное отклонение градиентов внутренних температур по направлению x правого органа относительно правой опорной точки минус стандартное отклонение в точках (0,0), (1,0), (2,0)
$\max(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}) - \mu(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0))$	Максимум градиентов внутренних температур по направлению x левого органа относительно левой опорной точки минус среднее в точке (0,0)
$\min(D(G_{y,\text{support}}^{\text{inner}})(v_1))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	Минимум разности градиентов внутренних температур по направлению y относительно опорной точки в v_1
$\text{osc}(G_{y,\text{right_support}}^{\text{inner}}) - \ G_{y,\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Разброс градиентов внутренних температур по направлению y правого органа относительно правой опорной точки минус L_2 -норма в v_2
$\mu(D(G_y^{\text{inner}})) - \max(D(G_y^{\text{inner}})(v_2))$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Среднее разности градиентов внутренних температур по направлению y минус максимум в v_2

Таблица 17 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\sigma \left(G_z^{\text{right}}(v_2) \right) - \left\ G_z^{\text{right}}(v_2) \right\ _1$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Стандартное отклонение внутренних градиентов правого органа в v_2 минус L_1 -норма в той же области
$\mu \left(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}}) \right) - \min \left(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	Среднее разности кожных температур относительно опорной точки минус минимум в точках $(0,0)$, $(0,1)$, $(0,2)$
$\left\ G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _1 - \max \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	L_1 -норма градиентов внутренних температур по направлению y левого органа в v_1 минус максимум в v_2
$\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}}) \ _2 - \text{osc} \left(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2) \right)$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	L_2 -норма разности лапласианов кожных температур относительно опорной точки минус разброс в v_2
$\left\ \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _1 - \mu \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	L_1 -норма лапласиана глубинных температур левого органа относительно левой опорной точки в v_1 минус среднее в v_2
$\ \mu \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}} \right) - T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) \ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (1, 2))$	L_2 -норма разницы среднего и значений кожных температур левого органа в точках $(0,1)$, $(1,2)$
$\mu \left(G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}} \right)$	Среднее градиентов внутренних температур по направлению y левого органа относительно левой опорной точки
$\mu \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}} \right)$	Среднее градиентов внутренних температур по направлению y левого органа
$\max \left(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \mu \left(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	Максимум кожных температур левого органа относительно левой опорной точки в v_1 минус среднее в v_2

Таблица 17 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\sigma \left(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \left\ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _1$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$ и $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Стандартное отклонение градиентов внутренних температур по направлению x левого органа в v_1 минус L_1 -норма в v_2
$\max(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)) - \min(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (2, 2))$	Максимум кожных температур левого органа в v_1 минус минимум в v_2
$\sigma \left(\left G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Стандартное отклонение разности градиентов внутренних температур по направлению x левого органа относительно левой опорной точки между v_1 и v_2
$\max(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \min(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (2, 2))$	Максимум глубинных температур левого органа в v_1 минус минимум в v_2
$\min(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1)) - \sigma(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Минимум кожных температур правого органа минус стандартное отклонение в v_2
$\left\ \left\ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}} \right\ _2 - G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	L_2 -норма разницы L_2 -нормы и значений градиентов внутренних температур по направлению x левого органа в точках $(0,0), (1,0), (2,0)$
$\min(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1)) - \max(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Минимум кожных температур правого органа в v_1 минус максимум в v_2
$\sigma \left(\left \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Стандартное отклонение разности лапласианов кожных температур правого органа относительно правой опорной точки между v_1 и v_2
$\left\ \max(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}) - \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	L_2 -норма разницы максимума и значений лапласиана кожных температур правого органа относительно правой опорной точки в v_1

Таблица 17 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\ \text{osc} (D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})) - D(T_{\text{support}}^{\text{inner}}(v_1)) \ _1$ где $v_1 = ((0, 2))$	L_1 -норма разницы разброса и значений разности глубинных температур относительно опорной точки в точке (0,2)
$\left\ \mu \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}} \right) - T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right\ _1$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	L_1 -норма разницы среднего и значений кожных температур правого органа относительно правой опорной точки в v_1
$\min \left(T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \mu \left(T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	Минимум глубинных температур левого органа относительно левой опорной точки в v_1 минус среднее в той же области
$\sigma \left(G_{x,\text{left}}^{\text{skin}} \right) - \min \left(G_{x,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	Стандартное отклонение градиентов кожных температур по направлению x левого органа минус минимум в v_2
$\left\ \mu \left(G_{y,\text{left}}^{\text{skin}} \right) - G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right\ _1$ где $v_2 = ((1, 1))$	L_1 -норма разницы среднего и значений градиентов кожных температур по направлению y левого органа в точке (1,1)
$\sigma \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (1, 0))$	Стандартное отклонение глубинных температур левого органа минус стандартное отклонение в точках (0,1), (1,0)
$\mu \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	Среднее кожных температур правого органа относительно правой опорной точки в v_1 минус разброс в той же области
$\text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \sigma \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Разброс кожных температур правого органа относительно правой опорной точки в v_1 минус стандартное отклонение в v_2
$\ T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \ _1$ где $v_1 = ((0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0))$	L_1 -норма разницы глубинных температур левого органа между точками (0,2) и (2,0)

Таблица 18: Наиболее информативные признаки для яичников после 2 этапа отбора (первые 50)

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\text{osc}(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}) - \sigma(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_1)), \text{ где } v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.726620	0.595963
$\ \max(G_{z,\text{left_support}}) - G_{z,\text{left_support}}(v_2)\ _1, \text{ где } v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.717556	0.636532
$\ \max(G_z^{\text{left}}) - G_z^{\text{left}}(v_2)\ _1, \text{ где } v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.717556	0.636532
$\ \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}\ _1 - \min(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2)), \text{ где } v_2 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.717556	0.713176
$\mu(G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}}) - \ G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2)\ _1, \text{ где } v_2 = ((2, 0))$	0.713793	0.666307
$\min(G_{z,\text{left_support}}) - \ G_{z,\text{left_support}}(v_1)\ _1, \text{ где } v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	0.702790	0.666307
$\min(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}) - \mu(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2)), \text{ где } v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.691865	0.636532
$\sigma(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1)) - \text{osc}(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2)), \text{ где } v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2)), v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.691454	0.584277
$\ G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}\ _1 - \max(G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1)), \text{ где } v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	0.671212	0.541390
$\sigma(G_{y,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2)) - \mu(G_{y,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2)), \text{ где } v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.665644	0.679122
$\mu(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)) - \max(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2)), \text{ где } v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1)), v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.663767	0.594515
$\max(D(G_y^{\text{inner}})) - \ D(G_y^{\text{inner}})(v_2)\ _2, \text{ где } v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.658768	0.531751
$\sigma(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}) - \mu(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)), \text{ где } v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	0.657038	0.583539
$\max(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \ G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _1, \text{ где } v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2)), v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.656871	0.531751
$\text{osc}(G_z^{\text{left}}) - \max(G_z^{\text{left}}(v_1)), \text{ где } v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.653162	0.554760
$\ D(G_{z,\text{support}})\ _1 - \ D(G_{z,\text{support}})(v_1)\ _1, \text{ где } v_1 = ((0, 0))$	0.652357	0.533369
$\ \min(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}) - \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1)\ _2, \text{ где } v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	0.650003	0.587220
$\ \mu(D(G_x^{\text{inner}})) - D(G_x^{\text{inner}})(v_2)\ _1, \text{ где } v_2 = ((2, 2))$	0.647506	0.566295
$\sigma(G_{x,\text{right_support}}^{\text{inner}}) - \sigma(G_{x,\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_1)), \text{ где } v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.644320	0.540594
$\max(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}) - \mu(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1)), \text{ где } v_1 = ((0, 0))$	0.640982	0.553982
$\min(D(G_{y,\text{support}}^{\text{inner}})(v_1)), \text{ где } v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.640162	0.516119
$\text{osc}(G_{y,\text{right_support}}^{\text{inner}}) - \ G_{y,\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_2)\ _2, \text{ где } v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.637695	0.678487

Таблица 18 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\mu(D(G_y^{\text{inner}})) - \max(D(G_y^{\text{inner}})(v_2))$, где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.637558	0.523582
$\sigma(G_z^{\text{right}}(v_2)) - \ G_z^{\text{right}}(v_2)\ _1$, где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.633977	0.538196
$\mu(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})) - \min(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_1))$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	0.633873	0.601722
$\ G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)\ _1 - \max(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$, $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.632282	0.578345
$\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})\ _2 - \text{osc}(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$, где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.628428	0.530939
$\ \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1)\ _1 - \mu(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$, $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.627661	0.528498
$\ \mu(T_{\text{left}}^{\text{skin}}) - T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (1, 2))$	0.627591	0.700985
$\mu(G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}})$	0.627486	0.516119
$\mu(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}})$	0.627486	0.516119
$\max(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_1)) - \mu(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$, $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.623637	0.513608
$\sigma(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _1$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$, $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.623461	0.584277
$\max(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)) - \min(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$, $v_2 = ((0, 2), (2, 2))$	0.617605	0.590149
$\sigma(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$, $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.616044	0.495671
$\max(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \min(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$, $v_2 = ((0, 2), (2, 2))$	0.615475	0.535788
$\min(T_{\text{right}}^{\text{skin}}) - \sigma(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.615119	0.622841
$\ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}\ _2 - G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)\ _2$, где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.613622	0.578345
$\min(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1)) - \max(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$, $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.613123	0.594515
$\sigma(\Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$, $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.610977	0.523582
$\ \max(\Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}) - \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1)\ _2$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	0.610224	0.493055
$\ \text{osc}(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})) - D(T_{\text{support}}^{\text{inner}}(v_1))\ _1$, где $v_1 = ((0, 2))$	0.609147	0.629724
$\ \mu(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}) - T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1)\ _1$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	0.608751	0.490426
$\min(T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1)) - \mu(T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1))$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	0.607923	0.626292
$\sigma(G_{x,\text{left}}^{\text{skin}}) - \min(G_{x,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.601880	0.626292
$\ \mu(G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}) - G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2)\ _1$, где $v_2 = ((1, 1))$	0.599912	0.521106

Таблица 18 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\sigma(T_{\text{left}}^{\text{inner}}) - \sigma(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1))$, где $v_1 = ((0, 1), (1, 0))$	0.599182	0.583539
$\mu(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1)) - \text{osc}(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1))$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.598268	0.649934
$\text{osc}(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1)) - \sigma(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$, $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.596839	0.655218
$\ T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _1$, где $v_1 = ((0, 2))$, $v_2 = ((2, 0))$	0.596509	0.505999

Таблица 19: Интерпретация признаков для яичников после 2 этапа отбора

Формула признака	Интерпретация
$\text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	Разброс глубинных температур правого органа относительно правой опорной точки минус стандартное отклонение значений в области v_1
$\left\ \max \left(G_{z,\text{left_support}} \right) - G_{z,\text{left_support}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Норма L_1 разности между максимумом внутренних градиентов левого органа относительно левой опорной точки и его значениями в области v_2
$\left\ \max \left(G_z^{\text{left}} \right) - G_z^{\text{left}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Норма L_1 разности между максимумом внутренних градиентов левого органа и его значениями в области v_2
$\left\ \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}} \right\ _1 - \min \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Норма L_1 лапласиана глубинных температур левого органа относительно левой опорной точки минус минимум значений в области v_2
$\mu \left(G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \left\ G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_2 = ((2, 0))$	Среднее градиентов внутренних температур по направлению Y левого органа относительно левой опорной точки минус норма L_1 значения в точке $(2, 0)$
$\min \left(G_{z,\text{left_support}} \right) - \left\ G_{z,\text{left_support}}(v_1) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	Минимум внутренних градиентов левого органа относительно левой опорной точки минус норма L_1 значений в области v_1
$\min \left(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}} \right) - \mu \left(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Минимум кожных температур левого органа относительно левой опорной точки минус среднее значений в области v_2

Таблица 19 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\sigma(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1)) - \text{osc}(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2)), v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Стандартное отклонение разности градиентов кожных температур относительно опорных точек по направлению Y в области v_1 минус разброс значений в области v_2
$\ G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}\ _1 - \max(G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	Норма L_1 градиентов внутренних температур по направлению X правого органа минус максимум значений в области v_1
$\sigma(G_{y,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2)) - \mu(G_{y,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Стандартное отклонение минус среднее градиентов кожных температур по направлению Y левого органа относительно левой опорной точки в области v_2
$\mu(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)) - \max(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1)), v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Среднее кожных температур левого органа в области v_1 минус максимум значений в области v_2
$\max(D(G_y^{\text{inner}})) - \ D(G_y^{\text{inner}})(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Максимум разности градиентов внутренних температур по направлению Y минус норма L_2 значений в области v_2
$\sigma(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}) - \mu(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	Стандартное отклонение градиентов внутренних температур по направлению Y левого органа минус среднее значений в области v_1
$\max(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \ G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _1$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2)), v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Максимум градиентов внутренних температур по направлению Y левого органа в области v_1 минус норма L_1 значений в области v_2

Таблица 19 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\text{osc} \left(G_z^{\text{left}} \right) - \max \left(G_z^{\text{left}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	Разброс внутренних градиентов левого органа минус максимум значений в области v_1
$\ D(G_{z,\text{support}})\ _1 - \ D(G_{z,\text{support}})(v_1)\ _1$ где $v_1 = ((0, 0))$	Норма L_1 разности внутренних градиентов относительно опорных точек минус норма L_1 значения в точке $(0,0)$
$\left\ \min \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	Норма L_2 разности между минимумом лапласиана глубинных температур левого органа относительно левой опорной точки и его значениями в области v_1
$\ \mu \left(D(G_x^{\text{inner}}) \right) - D(G_x^{\text{inner}})(v_2)\ _1$ где $v_2 = ((2, 2))$	Норма L_1 разности между средним разности градиентов внутренних температур по направлению X и его значением в точке $(2,2)$
$\sigma \left(G_{x,\text{right_support}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(G_{x,\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	Стандартное отклонение градиентов внутренних температур по направлению X правого органа относительно правой опорной точки минус стандартное отклонение значений в области v_1
$\max \left(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \mu \left(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0))$	Максимум градиентов внутренних температур по направлению X левого органа относительно левой опорной точки минус среднее значение в точке $(0,0)$
$\min \left(D(G_{y,\text{support}}^{\text{inner}})(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	Минимум разности градиентов внутренних температур по направлению Y относительно опорных точек в области v_1

Таблица 19 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\text{osc} \left(G_{y,\text{right_support}}^{\text{inner}} \right)_{((1,0),(2,0),(2,1))} - \left\ G_{y,\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2 \quad \text{где} \quad v_2 =$	<p>Разброс градиентов внутренних температур по направлению Y правого органа относительно правой опорной точки минус норма L_2 значений в области v_2</p>
$\mu \left(D(G_y^{\text{inner}}) \right) - \max \left(D(G_y^{\text{inner}})(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((1,0),(2,0),(2,1))$	<p>Среднее разности градиентов внутренних температур по направлению Y минус максимум значений в области v_2</p>
$\sigma \left(G_z^{\text{right}}(v_2) \right) - \left\ G_z^{\text{right}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_2 = ((1,0),(2,0),(2,1))$	<p>Стандартное отклонение внутренних градиентов правого органа в области v_2 минус норма L_1 тех же значений</p>
$\mu \left(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}}) \right) - \min \left(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_1) \right) \quad \text{где} \quad v_1 =$	<p>Среднее разности кожных температур относительно опорных точек минус минимум значений в области v_1</p>
$\left\ G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _1 - \max \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0,0),(0,1),(0,2)), \quad v_2 = ((2,0),(2,1),(2,2))$	<p>Норма L_1 градиентов внутренних температур по направлению Y левого органа в области v_1 минус максимум значений в области v_2</p>
$\left\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}}) \right\ _2 - \text{osc} \left(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 =$	<p>Норма L_2 разности лапласианов кожных температур относительно опорных точек минус разброс значений в области v_2</p>
$\left\ \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _1 - \mu \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0,1),(0,2),(1,2)), \quad v_2 = ((1,0),(2,0),(2,1))$	<p>Норма L_1 лапласиана глубинных температур левого органа относительно левой опорной точки в области v_1 минус среднее значений в области v_2</p>

Таблица 19 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\ \mu(T_{\text{left}}^{\text{skin}}) - T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (1, 2))$	Норма L_2 разности между средним кожных температур левого органа и его значениями в точках (0,1), (1,2)
$\mu(G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}})$	Среднее значение матрицы градиентов внутренних температур по направлению Y левого органа относительно левой опорной точки
$\mu(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}})$	Среднее значение матрицы градиентов внутренних температур по направлению Y левого органа
$\max(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_1)) - \mu(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0)), v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	Максимум кожных температур левого органа относительно левой опорной точки в области v_1 минус среднее значений в области v_2
$\sigma(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _1$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0)), v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Стандартное отклонение градиентов внутренних температур по направлению X левого органа в области v_1 минус норма L_1 значений в области v_2
$\max(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)) - \min(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (2, 0)), v_2 = ((0, 2), (2, 2))$	Максимум кожных температур левого органа в точках (0,0), (2,0) минус минимум значений в точках (0,2), (2,2)
$\sigma(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2)), v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Стандартное отклонение абсолютной разности значений градиентов по X левого органа относительно левой опорной точки (внутренние) между областями v_1 и v_2

Таблица 19 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\max(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \min(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$, $v_2 = ((0, 2), (2, 2))$	Максимум глубинных температур левого органа в точках (0,0), (2,0) минус минимум значений в точках (0,2), (2,2)
$\min(T_{\text{right}}^{\text{skin}}) - \sigma(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Минимум кожных температур правого органа минус стандартное отклонение значений в области v_2
$\ \ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}\ _2 - G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	Норма L_2 разности между нормой L_2 градиентов по X левого органа (внутренние) и его значениями в области v_1
$\min(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1)) - \max(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$, $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Минимум кожных температур правого органа в области v_1 минус максимум значений в области v_2
$\sigma\left(\left \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2)\right \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$, $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Стандартное отклонение абсолютной разности значений лапласиана кожных температур правого органа относительно правой опорной точки между областями v_1 и v_2
$\left\ \max\left(\Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}\right) - \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	Норма L_2 разности между максимумом лапласиана кожных температур правого органа относительно правой опорной точки и его значениями в области v_1
$\ \text{osc}(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})) - D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_1)\ _1$ где $v_1 = ((0, 2))$	Норма L_1 разности между разбросом разности глубинных температур относительно опорной точки и его значением в точке (0,2)
$\left\ \mu\left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}\right) - T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right\ _1$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	Норма L_1 разности между средним кожных температур правого органа относительно правой опорной точки и его значениями в области v_1

Таблица 19 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\min \left(T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \mu \left(T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	Минимум минус среднее глубинных температур левого органа относительно левой опорной точки в области v_1
$\sigma \left(G_{x,\text{left}}^{\text{skin}} \right) - \min \left(G_{x,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	Стандартное отклонение градиентов кожных температур по направлению X левого органа минус минимум значений в области v_2
$\left\ \mu \left(G_{y,\text{left}}^{\text{skin}} \right) - G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_2 = ((1, 1))$	Норма L_1 разности между средним градиентов кожных температур по направлению Y левого органа и его значением в точке $(1, 1)$
$\sigma \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (1, 0))$	Стандартное отклонение глубинных температур левого органа минус стандартное отклонение значений в области v_1
$\mu \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	Среднее минус разброс кожных температур правого органа относительно правой опорной точки в области v_1
$\text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \sigma \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2)), \quad v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Разброс кожных температур правого органа относительно правой опорной точки в области v_1 минус стандартное отклонение значений в области v_2
$\left\ T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 2)), \quad v_2 = ((2, 0))$	Норма L_1 разности между глубинными температурами левого органа в точке $(0, 2)$ и точке $(2, 0)$

Таблица 20: Наиболее информативные признаки для яичников после 3 этапа отбора (первые 50)

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$, где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.726620	0.595963
$\left\ \max \left(G_{z,\text{left_support}} \right) - G_{z,\text{left_support}}(v_2) \right\ _1$, где $v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.717556	0.636532
$\left\ \max \left(G_z^{\text{left}} \right) - G_z^{\text{left}}(v_2) \right\ _1$, где $v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.717556	0.636532
$\left\ (\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}})_1 - \min \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right) \right\ _1$, где $v_2 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.717556	0.713176
$\mu \left(G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \left\ G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _1$, где $v_2 = ((2, 0))$	0.713793	0.666307
$\min \left(G_{z,\text{left_support}} \right) - \left\ G_{z,\text{left_support}}(v_1) \right\ _1$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	0.702790	0.666307
$\min \left(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}} \right) - \mu \left(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$, где $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.691865	0.636532
$\sigma \left(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1) \right) - \text{osc} \left(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2) \right)$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$, $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.691454	0.584277
$\left\ (G_{x,\text{right}}^{\text{inner}})_1 - \max \left(G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right) \right\ _1$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	0.671212	0.541390
$\sigma \left(G_{y,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right) - \mu \left(G_{y,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$, где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.665644	0.679122
$\mu \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \max \left(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1))$, $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.663767	0.594515
$\max \left(D(G_y^{\text{inner}}) \right) - \left\ D(G_y^{\text{inner}})(v_2) \right\ _2$, где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.658768	0.531751
$\sigma \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}} \right) - \mu \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	0.657038	0.583539
$\max \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \left\ G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _1$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$, $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.656871	0.531751
$\text{osc} \left(G_z^{\text{left}} \right) - \max \left(G_z^{\text{left}}(v_1) \right)$, где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.653162	0.554760
$\left\ (D(G_{z,\text{support}}))_1 - \left\ D(G_{z,\text{support}})(v_1) \right\ _1 \right\ _1$, где $v_1 = ((0, 0))$	0.652357	0.533369
$\left\ \min \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2 \right\ _2$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	0.650003	0.587220
$\left\ \mu \left(D(G_x^{\text{inner}}) \right) - D(G_x^{\text{inner}})(v_2) \right\ _1$, где $v_2 = ((2, 2))$	0.647506	0.566295
$\max \left(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \mu \left(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$, где $v_1 = ((0, 0))$	0.640982	0.553982
$\min \left(D(G_{y,\text{support}}^{\text{inner}})(v_1) \right)$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.640162	0.516119
$\text{osc} \left(G_{y,\text{right_support}}^{\text{inner}} \right) - \left\ G_{y,\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$, где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.637695	0.678487

Таблица 20 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\mu(D(G_y^{\text{inner}})) - \max(D(G_y^{\text{inner}})(v_2))$, где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.637558	0.523582
$\sigma(G_z^{\text{right}}(v_2)) - \ G_z^{\text{right}}(v_2)\ _1$, где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.633977	0.538196
$\mu(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})) - \min(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_1))$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	0.633873	0.601722
$\ G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)\ _1 - \max(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$, $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.632282	0.578345
$\ \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1)\ _1 - \mu(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$, $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.627661	0.528498
$\ \mu(T_{\text{left}}^{\text{skin}}) - T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)\ _2$, где $v_1 = ((0, 1), (1, 2))$	0.627591	0.700985
$\mu(G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}})$	0.627486	0.516119
$\mu(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}})$	0.627486	0.516119
$\max(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_1)) - \mu(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$, $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.623637	0.513608
$\sigma(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _1$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$, $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.623461	0.584277
$\max(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)) - \min(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$, $v_2 = ((0, 2), (2, 2))$	0.617605	0.590149
$\sigma(\ G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2)\)$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$, $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.616044	0.495671
$\max(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \min(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$, $v_2 = ((0, 2), (2, 2))$	0.615475	0.535788
$\min(T_{\text{right}}^{\text{skin}}) - \sigma(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.615119	0.622841
$\ \ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}\ _2 - G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)\ _2$, где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	0.613622	0.578345
$\min(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1)) - \max(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$, $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.613123	0.594515
$\ \text{osc}(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})) - D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_1)\ _1$, где $v_1 = ((0, 2))$	0.609147	0.629724
$\ \mu(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}) - T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1)\ _1$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	0.608751	0.490426
$\min(T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1)) - \mu(T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1))$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	0.607923	0.626292
$\sigma(G_{x,\text{left}}^{\text{skin}}) - \min(G_{x,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$, где $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	0.601880	0.626292
$\ \mu(G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}) - G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2)\ _1$, где $v_2 = ((1, 1))$	0.599912	0.521106
$\sigma(T_{\text{left}}^{\text{inner}}) - \sigma(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1))$, где $v_1 = ((0, 1), (1, 0))$	0.599182	0.583539
$\mu(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1)) - \text{osc}(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1))$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	0.598268	0.649934

Таблица 20 – продолжение

Формула признака	Информативность	Тестовая информативность
$\text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right) - \sigma \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right)$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2)), v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.596839	0.655218
$\ T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _1$, где $v_1 = ((0, 2)), v_2 = ((2, 0))$	0.596509	0.505999
$\mu \left(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \min \left(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$, где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2)), v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	0.595200	0.610874
$\sigma \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \mu \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right)$, где $v_1 = ((0, 0), (1, 0)),$ $v_2 = ((0, 2), (1, 2))$	0.594300	0.572615
$\max \left(D(G_{x,\text{support}}^{\text{inner}})(v_1) \right) - \min \left(D(G_{x,\text{support}}^{\text{inner}})(v_2) \right)$, где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2)), v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	0.593800	0.532148
$\ G_{z,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{z,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _2$, где $v_1 = ((0, 0)), v_2 = ((2, 2))$	0.592400	0.543210

Таблица 21: Интерпретация признаков для яичников после 3 этапа отбора

Формула признака	Интерпретация
$\text{osc} \left(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(T_{\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	Разброс глубинных температур правого органа относительно правой опорной точки минус стандартное отклонение значений в точках (0,0), (1,0), (2,0)
$\left\ \max \left(G_{z,\text{left_support}} \right) - G_{z,\text{left_support}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Норма L_1 разности между максимумом внутренних градиентов левого органа относительно левой опорной точки и его значениями в области v_2
$\left\ \max \left(G_z^{\text{left}} \right) - G_z^{\text{left}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Норма L_1 разности между максимумом внутренних градиентов левого органа и его значениями в области v_2
$\left\ \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}} \right\ _1 - \min \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Норма L_1 лапласиана глубинных температур левого органа относительно левой опорной точки минус минимум значений в области v_2
$\mu \left(G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \left\ G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_2 = ((2, 0))$	Среднее градиентов внутренних температур по направлению Y левого органа относительно левой опорной точки минус норма L_1 значений в точке (2,0)
$\min \left(G_{z,\text{left_support}} \right) - \left\ G_{z,\text{left_support}}(v_1) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$	Минимум внутренних градиентов левого органа относительно левой опорной точки минус норма L_1 значений в области v_1
$\min \left(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}} \right) - \mu \left(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Минимум кожных температур левого органа относительно левой опорной точки минус среднее значений в точках (2,0), (2,1), (2,2)

Таблица 21 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\sigma(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_1)) - \text{osc}(D(G_{y,\text{support}}^{\text{skin}})(v_2))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Стандартное отклонение разности градиентов кожных температур относительно опорных точек по направлению Y в области v_1 минус разброс значений в области v_2
$\ (G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}\ _1 - \max(G_{x,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	Норма L_1 градиентов внутренних температур по направлению X правого органа минус максимум значений в точках $(0,0)$, $(0,1)$, $(1,0)$
$\sigma(G_{y,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2)) - \mu(G_{y,\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Стандартное отклонение минус среднее градиентов кожных температур по направлению Y левого органа относительно левой опорной точки в области v_2
$\mu(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)) - \max(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1))$ и $v_2 = ((0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Среднее кожных температур левого органа в области v_1 минус максимум значений в области v_2
$\max(D(G_y^{\text{inner}})) - \ D(G_y^{\text{inner}})(v_2)\ _2$ где $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Максимум разности градиентов внутренних температур по направлению Y минус норма L_2 значений в области v_2
$\sigma(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}) - \mu(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	Стандартное отклонение градиентов внутренних температур по направлению Y левого органа минус среднее значений в области v_1
$\max(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \ G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _1$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Максимум градиентов внутренних температур по направлению Y левого органа в области v_1 минус норма L_1 значений в области v_2

Таблица 21 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\text{osc} \left(G_z^{\text{left}} \right) - \max \left(G_z^{\text{left}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	Разброс внутренних градиентов левого органа минус максимум значений в точках (0,0), (1,0), (2,0)
$\ (D(G_{z,\text{support}})) \ _1 - \ D(G_{z,\text{support}})(v_1) \ _1$ где $v_1 = ((0, 0))$	Норма L_1 разности внутренних градиентов относительно опорных точек минус норма L_1 значения в точке (0,0)
$\left\ \min \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (1, 0))$	Норма L_2 разности между минимумом лапласиана глубинных температур левого органа относительно левой опорной точки и его значениями в области v_1
$\ \mu \left(D(G_x^{\text{inner}}) \right) - D(G_x^{\text{inner}})(v_2) \ _1$ где $v_2 = ((2, 2))$	Норма L_1 разности между средним разности градиентов внутренних температур по направлению X и его значением в точке (2,2)
$\sigma \left(G_{x,\text{right_support}}^{\text{inner}} \right) - \sigma \left(G_{x,\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	Стандартное отклонение градиентов внутренних температур по направлению X правого органа относительно правой опорной точки минус стандартное отклонение значений в точках (0,0), (1,0), (2,0)
$\max \left(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}} \right) - \mu \left(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 0))$	Максимум градиентов внутренних температур по направлению X левого органа относительно левой опорной точки минус среднее значение в точке (0,0)
$\min \left(D(G_{y,\text{support}}^{\text{inner}})(v_1) \right)$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$	Минимум разности градиентов внутренних температур относительно опорных точек по направлению Y в области v_1

Таблица 21 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\text{osc} \left(G_{y,\text{right_support}}^{\text{inner}} \right)_{((1,0),(2,0),(2,1))} - \left\ G_{y,\text{right_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2 \quad \text{где} \quad v_2 =$	<p>Разброс градиентов внутренних температур по направлению Y правого органа относительно правой опорной точки минус норма L_2 значений в области v_2</p>
$\mu \left(D(G_y^{\text{inner}}) \right) - \max \left(D(G_y^{\text{inner}})(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((1,0),(2,0),(2,1))$	<p>Среднее разности градиентов внутренних температур по направлению Y минус максимум значений в области v_2</p>
$\sigma \left(G_z^{\text{right}}(v_2) \right) - \left\ G_z^{\text{right}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_2 = ((1,0),(2,0),(2,1))$	<p>Стандартное отклонение внутренних градиентов правого органа в области v_2 минус норма L_1 тех же значений</p>
$\mu \left(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}}) \right)_{((0,0),(0,1),(0,2))} - \min \left(D(T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_1) \right) \quad \text{где} \quad v_1 =$	<p>Среднее разности кожных температур относительно опорных точек минус минимум значений в области v_1</p>
$\left\ G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _1 - \max \left(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right)_{((0,0),(0,1),(0,2))} \quad \text{где} \quad v_1 = ((2,0),(2,1),(2,2)) \text{ и } v_2 =$	<p>Норма L_1 градиентов внутренних температур по направлению Y левого органа в области v_1 минус максимум значений в области v_2</p>
$\left\ D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}}) \right\ _2 - \text{osc} \left(D(\Delta T_{\text{support}}^{\text{skin}})(v_2) \right)_{((0,2),(1,2),(2,2))} \quad \text{где} \quad v_2 =$	<p>Норма L_2 разности лапласианов кожных температур относительно опорных точек минус разброс значений в области v_2</p>
$\left\ \Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right\ _1 - \mu \left(\Delta T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2) \right)_{((0,1),(0,2),(1,2))} \quad \text{где} \quad v_1 = ((1,0),(2,0),(2,1)) \text{ и } v_2 =$	<p>Норма L_1 лапласиана глубинных температур левого органа относительно левой опорной точки в области v_1 минус среднее значений в области v_2</p>

Таблица 21 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\ \mu(T_{\text{left}}^{\text{skin}}) - T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)\ _2$ где $v_1 = ((0, 1), (1, 2))$	Норма L_2 разности между средним кожных температур левого органа и его значениями в точках (0,1), (1,2)
$\mu(G_{y,\text{left_support}}^{\text{inner}})$	Среднее значение матрицы градиентов внутренних температур по направлению Y левого органа относительно левой опорной точки
$\mu(G_{y,\text{left}}^{\text{inner}})$	Среднее значение матрицы градиентов внутренних температур по направлению Y левого органа
$\max(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_1)) - \mu(T_{\text{left_support}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	Максимум кожных температур левого органа относительно левой опорной точки в области v_1 минус среднее значений в области v_2
$\sigma(G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2)\ _1$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$ и $v_2 = ((1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Стандартное отклонение градиентов внутренних температур по направлению X левого органа в области v_1 минус норма L_1 значений в области v_2
$\max(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_1)) - \min(T_{\text{left}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (2, 2))$	Максимум кожных температур левого органа в точках (0,0), (2,0) минус минимум значений в точках (0,2), (2,2)
$\sigma(G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{x,\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2))$ и $v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Стандартное отклонение абсолютной разности значений градиентов внутренних температур по направлению X левого органа относительно левой опорной точки между областями v_1 и v_2

Таблица 21 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\max(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1)) - \min(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (2, 0))$ и $v_2 = ((0, 2), (2, 2))$	Максимум глубинных температур левого органа в точках (0,0), (2,0) минус минимум значений в точках (0,2), (2,2)
$\min(T_{\text{right}}^{\text{skin}}((0, 2), (1, 0), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2))) - \sigma(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_2 =$	Минимум кожных температур правого органа минус стандартное отклонение значений в области v_2
$\ \ G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}\ _2 - G_{x,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (1, 0), (2, 0))$	Норма L_2 разности между нормой L_2 градиентов внутренних температур по направлению X левого органа и его значениями в области v_1
$\min(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_1)) - \max(T_{\text{right}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Минимум кожных температур правого органа в области v_1 минус максимум значений в области v_2
$\sigma(\Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) - \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_2))$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2))$ и $v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Стандартное отклонение абсолютной разности значений лапласиана кожных температур правого органа относительно правой опорной точки между областями v_1 и v_2
$\ \max(\Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}) - \Delta T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \ _2$ где $v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	Норма L_2 разности между максимумом лапласиана кожных температур правого органа относительно правой опорной точки и его значениями в области v_1
$\ \text{osc}(D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})) - D(T_{\text{support}}^{\text{inner}})(v_1) \ _1$ где $v_1 = ((0, 2))$	Норма L_1 разности между разбросом разности глубинных температур относительно опорных точек и его значением в точке (0,2)

Таблица 21 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\left\ \mu \left(T_{\text{right_support}}^{\text{skin}} \right) - T_{\text{right_support}}^{\text{skin}}(v_1) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0))$	Норма L_1 разности между средним кожных температур правого органа относительно правой опорной точки и его значениями в области v_1
$\min \left(T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \mu \left(T_{\text{left_support}}^{\text{inner}}(v_1) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2), (1, 0), (1, 2))$	Минимум минус среднее глубинных температур левого органа относительно левой опорной точки в области v_1
$\sigma \left(G_{x,\text{left}}^{\text{skin}} \right) - \min \left(G_{x,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_2 = ((0, 2), (1, 2), (2, 2))$	Стандартное отклонение градиентов кожных температур по направлению X левого органа минус минимум значений в точках $(0,2), (1,2), (2,2)$
$\left\ \mu \left(G_{y,\text{left}}^{\text{skin}} \right) - G_{y,\text{left}}^{\text{skin}}(v_2) \right\ _1 \quad \text{где} \quad v_2 = ((1, 1))$	Норма L_1 разности между средним градиентов кожных температур по направлению Y левого органа и его значением в точке $(1,1)$
$\mu \left(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \min \left(G_{y,\text{right}}^{\text{inner}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 0), (0, 1), (0, 2)), \quad v_2 = ((2, 0), (2, 1), (2, 2))$	Среднее градиентов внутренних температур по направлению Y правого органа в области v_1 минус минимум значений в области v_2
$\sigma \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) \right) - \mu \left(T_{\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 0), (1, 0)), \quad v_2 = ((0, 2), (1, 2))$	Стандартное отклонение глубинных температур левого органа в области v_1 минус среднее значений в области v_2
$\max \left(D(G_{x,\text{support}}^{\text{inner}})(v_1) \right) - \min \left(D(G_{x,\text{support}}^{\text{inner}})(v_2) \right) \quad \text{где} \quad v_1 = ((0, 1), (0, 2), (1, 2)), \quad v_2 = ((1, 0), (2, 0), (2, 1))$	Максимум разности градиентов внутренних температур относительно опорных точек по направлению X в области v_1 минус минимум значений в области v_2

Таблица 21 – продолжение

Формула признака	Интерпретация
$\left\ G_{z,\text{left}}^{\text{inner}}(v_1) - G_{z,\text{left}}^{\text{inner}}(v_2) \right\ _2$ где $v_1 = ((0, 0))$, $v_2 = ((2, 2))$	Норма L_2 разности между значениями внутренних градиентов левого органа в точке (0,0) и точке (2,2)

Таблица 22: Сравнение моделей машинного обучения на различных наборах признаков для определения состояния пациентов с нарушением сознания

Набор признаков	К наилучших признаков.	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
			Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Статистически отобранные	5	SVC	0.718	0.078	0.659	0.094	0.686	0.073
Статистически отобранные	5	LDA	0.659	0.101	0.694	0.069	0.675	0.078
Статистически отобранные	5	Logistic Regression	0.659	0.101	0.694	0.069	0.675	0.080
Статистически отобранные	6	LDA	0.682	0.088	0.659	0.086	0.667	0.053
Статистически отобранные	6	Logistic Regression	0.671	0.096	0.659	0.086	0.660	0.054
Статистически отобранные	5	RF	0.612	0.115	0.694	0.146	0.643	0.097
Отобранные по корреляции	199	RF	0.682	0.169	0.624	0.165	0.640	0.121
Статистически отобранные	6	RF	0.647	0.083	0.635	0.164	0.637	0.107
Статистически отобранные	6	SVC	0.682	0.127	0.612	0.142	0.636	0.084
Статистически отобранные	5	QDA	0.718	0.086	0.565	0.109	0.630	0.046
Статистически отобранные	6	XGB	0.659	0.114	0.600	0.126	0.622	0.091
Статистически отобранные	5	XGB	0.612	0.173	0.635	0.131	0.607	0.096
Отобранные по симметричным векторам	494	RF	0.718	0.069	0.518	0.086	0.607	0.061
Отобранные по корреляции	20	XGB	0.612	0.115	0.612	0.109	0.603	0.040
Статистически отобранные	6	QDA	0.694	0.069	0.541	0.146	0.603	0.074

Продолжение на следующей странице...

Таблица 22 – Продолжение

Набор признаков	признаков	К наилучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
				Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Статистически отобранные		5	GaussianNB	0.753	0.069	0.471	0.112	0.591	0.084
Отобранные по метричным векторам		10	XGB	0.600	0.086	0.588	0.105	0.589	0.048
Отобранные по симметричным векторам		494	XGB	0.659	0.101	0.541	0.131	0.588	0.064
Отобранные по симметричным векторам		10	RF	0.635	0.094	0.529	0.064	0.578	0.058
Отобранные по симметричным векторам		15	RF	0.624	0.142	0.541	0.069	0.573	0.048
Статистически отобранные		6	GaussianNB	0.741	0.060	0.447	0.103	0.570	0.058
Отобранные по симметричным векторам		5	XGB	0.635	0.146	0.541	0.151	0.567	0.044
Отобранные по симметричным векторам		20	RF	0.624	0.103	0.518	0.044	0.565	0.044
Отобранные по корреляции		199	GaussianNB	0.635	0.086	0.518	0.160	0.561	0.063
Отобранные по симметричным векторам		5	RF	0.706	0.074	0.459	0.114	0.561	0.046

Продолжение на следующей странице...

Таблица 22 – Продолжение

Набор признаков	К. наилучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
			Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по корреляции	20	RF	0.624	0.096	0.518	0.136	0.557	0.055
Отобранные по симметричным векторам	10	Logistic Regression	0.576	0.078	0.553	0.127	0.557	0.054
Отобранные по корреляции	15	XGB	0.529	0.112	0.588	0.064	0.551	0.037
Отобранные по корреляции	15	QDA	0.494	0.080	0.612	0.088	0.548	0.068
Отобранные по корреляции	199	XGB	0.529	0.098	0.600	0.176	0.547	0.037
Отобранные по симметричным векторам	15	XGB	0.565	0.127	0.529	0.105	0.536	0.041
Отобранные по корреляции	5	XGB	0.494	0.096	0.588	0.098	0.532	0.049
Отобранные по симметричным векторам	15	GaussianNB	0.459	0.114	0.624	0.115	0.532	0.102
Отобранные по корреляции	10	XGB	0.565	0.152	0.518	0.078	0.530	0.067
Отобранные по симметричным векторам	20	XGB	0.624	0.080	0.447	0.096	0.522	0.056

Продолжение на следующей странице...

Таблица 22 – Продолжение

Набор признаков	К наи-лучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
			Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по симметричным векторам	494	GaussianNB	0.435	0.121	0.671	0.199	0.518	0.052
Отобранные по корреляции	20	GaussianNB	0.659	0.086	0.424	0.184	0.512	0.094
Отобранные по корреляции	20	QDA	0.459	0.094	0.576	0.058	0.511	0.067
Отобранные по корреляции	10	RF	0.541	0.086	0.506	0.177	0.506	0.099
Отобранные по симметричным векторам	20	Logistic Regression	0.494	0.060	0.518	0.131	0.497	0.043
Отобранные по корреляции	5	RF	0.482	0.044	0.518	0.094	0.496	0.036
Отобранные по корреляции	15	LDA	0.565	0.088	0.435	0.047	0.495	0.056
Отобранные по симметричным векторам	494	Logistic Regression	0.506	0.088	0.494	0.080	0.495	0.049
Отобранные по симметричным векторам	494	LDA	0.494	0.088	0.494	0.080	0.493	0.078
Отобранные по симметричным векторам	5	Logistic Regression	0.447	0.060	0.553	0.088	0.492	0.022

Продолжение на следующей странице...

Таблица 22 – Продолжение

Набор признаков	К наи-лучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
			Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по симметричным векторам	15	Logistic Regression	0.482	0.078	0.518	0.136	0.489	0.049
Отобранные по симметричным векторам	20	SVC	0.541	0.202	0.529	0.232	0.487	0.079
Отобранные по корреляции	15	GaussianNB	0.659	0.058	0.376	0.152	0.486	0.090
Отобранные по симметричным векторам	15	SVC	0.565	0.202	0.482	0.180	0.484	0.048
Отобранные по корреляции	10	GaussianNB	0.612	0.060	0.412	0.178	0.483	0.093
Отобранные по симметричным векторам	5	LDA	0.459	0.101	0.506	0.060	0.480	0.079
Отобранные по корреляции	199	Logistic Regression	0.447	0.080	0.518	0.058	0.479	0.056
Отобранные по корреляции	199	LDA	0.459	0.069	0.506	0.060	0.478	0.032
Отобранные по корреляции	199	SVC	0.459	0.094	0.506	0.060	0.477	0.042
Отобранные по корреляции	15	RF	0.518	0.126	0.471	0.144	0.476	0.033

Продолжение на следующей странице...

Таблица 22 – Продолжение

Набор признаков	при- знаков	К наи- лучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
				Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по сим- метричным векторам		494	SVC	0.494	0.137	0.471	0.064	0.476	0.067
Отобранные по корреля- ции		5	QDA	0.447	0.121	0.518	0.086	0.472	0.071
Отобранные по корреля- ции		15	Logistic Regression	0.518	0.120	0.435	0.096	0.468	0.073
Отобранные по корреля- ции		20	LDA	0.529	0.064	0.412	0.064	0.465	0.055
Отобранные по сим- метричным векторам		10	LDA	0.482	0.151	0.459	0.094	0.456	0.060
Отобранные по корреля- ции		5	LDA	0.518	0.069	0.400	0.086	0.452	0.066
Отобранные по корреля- ции		10	QDA	0.388	0.121	0.565	0.152	0.451	0.078
Отобранные по сим- метричным векторам		10	SVC	0.482	0.180	0.506	0.212	0.449	0.088
Отобранные по корреля- ции		10	Logistic Regression	0.482	0.155	0.447	0.109	0.448	0.065
Отобранные по сим- метричным векторам		15	LDA	0.459	0.078	0.447	0.088	0.446	0.034

Продолжение на следующей странице...

Таблица 22 – Продолжение

Набор признаков	К наи-лучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
			Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по корреляции	5	GaussianNB	0.435	0.152	0.494	0.127	0.443	0.026
Отобранные по корреляции	5	Logistic Regression	0.506	0.047	0.400	0.126	0.441	0.077
Отобранные по симметричным векторам	20	QDA	0.306	0.058	0.624	0.109	0.433	0.055
Отобранные по корреляции	10	LDA	0.447	0.080	0.400	0.044	0.419	0.026
Отобранные по симметричным векторам	10	GaussianNB	0.306	0.120	0.624	0.142	0.415	0.071
Отобранные по симметричным векторам	10	QDA	0.271	0.121	0.682	0.177	0.406	0.077
Отобранные по симметричным векторам	20	LDA	0.424	0.094	0.400	0.058	0.406	0.042
Отобранные по симметричным векторам	20	GaussianNB	0.271	0.160	0.706	0.166	0.402	0.114
Отобранные по симметричным векторам	5	GaussianNB	0.271	0.173	0.718	0.187	0.396	0.089

Продолжение на следующей странице...

Таблица 22 – Продолжение

Набор признаков	признаков	К наилучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
				Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по симметричным векторам	15		QDA	0.247	0.101	0.659	0.078	0.396	0.097
Отобранные по корреляции	20		Logistic Regression	0.459	0.108	0.341	0.108	0.389	0.073
Отобранные по корреляции	20		SVC	0.776	0.187	0.224	0.184	0.370	0.078
Отобранные по симметричным векторам	5		QDA	0.212	0.173	0.718	0.131	0.351	0.130
Отобранные по корреляции	10		SVC	0.635	0.248	0.271	0.219	0.346	0.020
Отобранные по корреляции	15		SVC	0.694	0.274	0.247	0.234	0.327	0.055
Отобранные по корреляции	5		SVC	0.471	0.276	0.365	0.251	0.326	0.096
Отобранные по симметричным векторам	5		SVC	0.129	0.120	0.847	0.169	0.264	0.145
Отобранные по корреляции	199		QDA	0.212	0.262	0.812	0.242	0.211	0.265
Отобранные по симметричным векторам	494		QDA	0.224	0.274	0.800	0.251	0.210	0.258

Таблица 23: Сравнение моделей машинного обучения на разных наборах признаков для задач диагностики заболеваний яичников.

Набор признаков	К наилучших признаков.	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
			Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по сим-метричным векторам	5	Logistic Regression + SMOTE	0.620	0.122	0.789	0.046	0.696	0.072
Статистически отобранные	5	Logistic Regression + SMOTE	0.618	0.222	0.806	0.029	0.692	0.148
Отобранные по сим-метричным векторам	5	QDA + SMOTE	0.618	0.222	0.807	0.031	0.692	0.146
Статистически отобранные	20	QDA	0.560	0.172	0.874	0.018	0.691	0.109
Отобранные по сим-метричным векторам	15	Logistic Regression + SMOTE	0.604	0.115	0.799	0.025	0.691	0.056
Статистически отобранные	20	LDA	0.560	0.172	0.872	0.015	0.690	0.109
Отобранные по корреляции	5	Logistic Regression + SMOTE	0.622	0.159	0.778	0.046	0.689	0.077
Отобранные по корреляции	15	LDA + SMOTE	0.582	0.097	0.809	0.021	0.684	0.064
Отобранные по сим-метричным векторам	10	LDA + SMOTE	0.580	0.157	0.816	0.029	0.682	0.103
Отобранные по сим-метричным векторам	5	LDA + SMOTE	0.596	0.221	0.813	0.030	0.681	0.144

Продолжение на следующей странице...

Таблица 23 – Продолжение

Набор признаков	при- знаков	К наи- лучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
				Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по сим- метричным векторам	10		Logistic Regression + SMOTE	0.598	0.166	0.786	0.024	0.679	0.091
Отобранные по корреля- ции	20		LDA + SMOTE	0.580	0.122	0.802	0.021	0.678	0.069
Статистически отобранные	15		LDA + SMOTE	0.562	0.079	0.818	0.022	0.677	0.055
Статистически отобранные	5		LDA + SMOTE	0.578	0.221	0.824	0.025	0.676	0.145
Отобранные по корреля- ции	20		LDA	0.538	0.204	0.877	0.021	0.673	0.141
Отобранные по корреля- ции	20		QDA	0.538	0.204	0.879	0.020	0.673	0.141
Отобранные по корреля- ции	5		LDA + SMOTE	0.580	0.192	0.800	0.041	0.671	0.105
Отобранные по корреля- ции	15		Logistic Regression + SMOTE	0.562	0.079	0.803	0.024	0.671	0.055
Отобранные по корреля- ции	20		Logistic Regression + SMOTE	0.562	0.079	0.800	0.013	0.669	0.052
Статистически отобранные	10		Logistic Regression + SMOTE	0.562	0.079	0.788	0.027	0.664	0.058
Отобранные по сим- метричным векторам	15		QDA	0.538	0.231	0.852	0.020	0.660	0.147

Продолжение на следующей странице...

Таблица 23 – Продолжение

Набор признаков	при- знаков	К наи- лучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
				Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по сим-метричным векторам		15	LDA	0.538	0.231	0.848	0.019	0.658	0.147
Статистически отобранные		15	Logistic Regression + SMOTE	0.540	0.060	0.803	0.027	0.657	0.034
Отобранные по корреляции		10	LDA + SMOTE	0.560	0.248	0.813	0.024	0.656	0.150
Отобранные по сим-метричным векторам		20	QDA	0.538	0.231	0.838	0.017	0.655	0.146
Отобранные по сим-метричным векторам		20	LDA	0.538	0.231	0.835	0.021	0.653	0.144
Отобранные по сим-метричным векторам		15	LDA + SMOTE	0.520	0.104	0.814	0.029	0.647	0.058
Отобранные по сим-метричным векторам		20	Logistic Regression + SMOTE	0.520	0.053	0.809	0.014	0.647	0.031
Отобранные по сим-метричным векторам		10	QDA + SMOTE	0.520	0.113	0.810	0.032	0.646	0.079
Отобранные по сим-метричным векторам		10	LDA	0.493	0.195	0.865	0.022	0.640	0.133

Продолжение на следующей странице...

Таблица 23 – Продолжение

Набор признаков	признаков	К наилучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
				Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Статистически отобранные		10	LDA + SMOTE	0.500	0.105	0.809	0.024	0.633	0.075
Отобранные по симметричным векторам		5	QDA	0.453	0.155	0.909	0.015	0.632	0.114
Отобранные по симметричным векторам		10	QDA	0.473	0.165	0.872	0.022	0.632	0.119
Отобранные по корреляции		15	LDA	0.456	0.134	0.895	0.039	0.631	0.108
Статистически отобранные		15	LDA	0.471	0.205	0.888	0.033	0.631	0.138
Отобранные по симметричным векторам		5	LDA	0.453	0.155	0.901	0.021	0.629	0.112
Статистически отобранные		20	Logistic Regression + SMOTE	0.498	0.057	0.796	0.021	0.628	0.034
Отобранные по корреляции		5	QDA + SMOTE	0.498	0.176	0.810	0.048	0.624	0.122
Статистически отобранные		20	LDA + SMOTE	0.478	0.069	0.813	0.021	0.622	0.047
Отобранные по корреляции		10	LDA	0.436	0.148	0.906	0.013	0.619	0.116
Отобранные по корреляции		10	QDA	0.436	0.148	0.908	0.014	0.619	0.116

Продолжение на следующей странице...

Таблица 23 – Продолжение

Набор признаков	при-	К	наи-лучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
					Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по корреляции		15		QDA	0.436	0.118	0.893	0.032	0.618	0.098
Статистически отобранные		5		QDA + SMOTE	0.476	0.132	0.823	0.036	0.618	0.104
Статистически отобранные		10		LDA	0.436	0.148	0.904	0.014	0.617	0.114
Статистически отобранные		10		QDA	0.436	0.148	0.904	0.014	0.617	0.114
Отобранные по корреляции		10		Logistic Regression + SMOTE	0.498	0.217	0.799	0.028	0.614	0.140
Отобранные по симметричным векторам		20		LDA + SMOTE	0.458	0.038	0.807	0.023	0.607	0.020
Статистически отобранные		15		QDA	0.391	0.138	0.905	0.038	0.586	0.107
Отобранные по корреляции		15		QDA + SMOTE	0.376	0.112	0.923	0.012	0.582	0.085
Статистически отобранные		5		LDA	0.351	0.094	0.933	0.018	0.568	0.081
Статистически отобранные		5		QDA	0.351	0.094	0.930	0.017	0.567	0.081
Статистически отобранные		15		QDA + SMOTE	0.331	0.135	0.929	0.021	0.539	0.122
Отобранные по корреляции		5		LDA	0.309	0.080	0.943	0.021	0.536	0.074
Отобранные по корреляции		5		QDA	0.309	0.080	0.946	0.021	0.536	0.074

Продолжение на следующей странице...

Таблица 23 – Продолжение

Набор признаков	при-знаков	К наи-лучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
				Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по сим-метричным векторам		20	XGB	0.293	0.106	0.978	0.015	0.527	0.095
Отобранные по сим-метричным векторам		20	XGB + SMOTE	0.293	0.106	0.978	0.015	0.527	0.095
Отобранные по корреляции		20	XGB	0.293	0.106	0.968	0.014	0.524	0.095
Отобранные по корреляции		20	XGB + SMOTE	0.293	0.106	0.968	0.014	0.524	0.095
Статистически отобранные		20	XGB	0.273	0.093	0.982	0.013	0.512	0.085
Статистически отобранные		20	XGB + SMOTE	0.273	0.093	0.982	0.013	0.512	0.085
Отобранные по сим-метричным векторам		10	XGB	0.271	0.051	0.976	0.014	0.512	0.052
Отобранные по сим-метричным векторам		10	XGB + SMOTE	0.271	0.051	0.976	0.014	0.512	0.052
Отобранные по сим-метричным векторам		5	XGB	0.293	0.153	0.960	0.018	0.511	0.141
Отобранные по сим-метричным векторам		5	XGB + SMOTE	0.293	0.153	0.960	0.018	0.511	0.141

Продолжение на следующей странице...

Таблица 23 – Продолжение

Набор признаков	при- знаков	К наи- лучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
				Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по корреляции		15	XGB	0.269	0.116	0.975	0.018	0.502	0.099
Отобранные по корреляции		15	XGB + SMOTE	0.269	0.116	0.975	0.018	0.502	0.099
Статистически отобранные		10	QDA + SMOTE	0.291	0.073	0.876	0.025	0.501	0.066
Отобранные по симметричным векторам		15	XGB	0.273	0.129	0.978	0.011	0.501	0.127
Отобранные по симметричным векторам		15	XGB + SMOTE	0.273	0.129	0.978	0.011	0.501	0.127
Статистически отобранные		15	XGB	0.273	0.129	0.972	0.015	0.500	0.128
Статистически отобранные		15	XGB + SMOTE	0.273	0.129	0.972	0.015	0.500	0.128
Отобранные по корреляции		10	QDA + SMOTE	0.276	0.154	0.870	0.027	0.471	0.132
Статистически отобранные		20	QDA + SMOTE	0.229	0.037	0.951	0.008	0.465	0.037
Статистически отобранные		10	XGB	0.231	0.082	0.966	0.009	0.464	0.089
Статистически отобранные		10	XGB + SMOTE	0.231	0.082	0.966	0.009	0.464	0.089
Отобранные по симметричным векторам		15	QDA + SMOTE	0.229	0.101	0.941	0.022	0.451	0.112

Продолжение на следующей странице...

Таблица 23 – Продолжение

Набор признаков	при- знаков	К наи- лучших призна- ков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
				Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по корреляции		20	RF	0.209	0.064	0.992	0.007	0.449	0.074
Статистически отобранные		20	RF	0.209	0.064	0.994	0.008	0.449	0.075
Статистически отобранные		20	RF + SMOTE	0.209	0.064	0.994	0.008	0.449	0.075
Отобранные по симметричным векторам		5	RF	0.209	0.064	0.986	0.012	0.447	0.073
Отобранные по симметричным векторам		5	RF + SMOTE	0.209	0.064	0.986	0.012	0.447	0.073
Отобранные по корреляции		5	XGB	0.211	0.074	0.968	0.022	0.444	0.081
Отобранные по корреляции		5	XGB + SMOTE	0.211	0.074	0.968	0.022	0.444	0.081
Отобранные по корреляции		20	QDA + SMOTE	0.209	0.064	0.948	0.009	0.439	0.073
Отобранные по корреляции		15	RF	0.189	0.046	0.993	0.011	0.429	0.057
Отобранные по корреляции		20	RF + SMOTE	0.189	0.046	0.994	0.008	0.429	0.057
Статистически отобранные		5	RF	0.189	0.046	0.990	0.003	0.429	0.058
Статистически отобранные		5	RF + SMOTE	0.189	0.046	0.992	0.005	0.429	0.058

Продолжение на следующей странице...

Таблица 23 – Продолжение

Набор признаков	признаков	К лучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
				Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Статистически отобранные		15	RF	0.189	0.046	0.994	0.008	0.429	0.057
Статистически отобранные		15	RF + SMOTE	0.189	0.046	0.994	0.008	0.429	0.057
Отобранные по симметричным векторам		10	RF	0.189	0.046	0.989	0.008	0.428	0.058
Отобранные по симметричным векторам		10	RF + SMOTE	0.189	0.046	0.989	0.008	0.428	0.058
Статистически отобранные		5	XGB	0.189	0.046	0.960	0.009	0.422	0.056
Статистически отобранные		5	XGB + SMOTE	0.189	0.046	0.960	0.009	0.422	0.056
Отобранные по корреляции		10	XGB	0.191	0.087	0.972	0.018	0.419	0.097
Отобранные по корреляции		10	XGB + SMOTE	0.191	0.087	0.972	0.018	0.419	0.097
Отобранные по корреляции		5	RF	0.169	0.057	0.992	0.007	0.403	0.071
Отобранные по корреляции		5	RF + SMOTE	0.169	0.057	0.992	0.007	0.403	0.071
Отобранные по корреляции		10	RF	0.169	0.057	0.994	0.007	0.403	0.072
Отобранные по корреляции		10	RF + SMOTE	0.169	0.057	0.993	0.009	0.403	0.071

Продолжение на следующей странице...

Таблица 23 – Продолжение

Набор признаков	признаков	К наилучших признаков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
				Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по корреляции	15		RF + SMOTE	0.169	0.057	0.993	0.011	0.403	0.071
Статистически отобранные	10		RF	0.169	0.057	0.993	0.009	0.403	0.071
Статистически отобранные	10		RF + SMOTE	0.169	0.057	0.994	0.008	0.403	0.072
Отобранные по симметричным векторам	15		RF	0.169	0.057	0.993	0.004	0.403	0.072
Отобранные по симметричным векторам	15		RF + SMOTE	0.169	0.057	0.994	0.005	0.403	0.072
Отобранные по симметричным векторам	20		RF	0.169	0.057	0.993	0.004	0.403	0.072
Отобранные по симметричным векторам	20		RF + SMOTE	0.169	0.057	0.994	0.005	0.403	0.072
Отобранные по симметричным векторам	20		QDA + SMOTE	0.167	0.081	0.955	0.031	0.387	0.089
Отобранные по корреляции	15		Logistic Regression	0.084	0.043	0.990	0.008	0.259	0.130
Статистически отобранные	15		Logistic Regression	0.084	0.076	0.987	0.011	0.221	0.185

Продолжение на следующей странице...

Таблица 23 – Продолжение

Набор признаков	при-	К наи- лучших призна- ков	Модель	Sensitivity		Specificity		$\sqrt{\text{Sens} \cdot \text{Spec}}$	
				Mean	Std	Mean	Std	Mean	Std
Отобранные по симметричным векторам		5	Logistic Regression	0.082	0.076	0.992	0.008	0.218	0.183
Отобранные по симметричным векторам		10	Logistic Regression	0.062	0.081	0.990	0.009	0.155	0.193
Отобранные по симметричным векторам		15	Logistic Regression	0.062	0.081	0.992	0.008	0.155	0.193
Отобранные по симметричным векторам		20	Logistic Regression	0.062	0.081	0.992	0.008	0.155	0.193
Отобранные по корреляции		10	Logistic Regression	0.042	0.052	0.993	0.006	0.129	0.159
Отобранные по корреляции		20	Logistic Regression	0.042	0.052	0.989	0.009	0.129	0.158
Статистически отобранные		20	Logistic Regression	0.040	0.080	0.987	0.010	0.088	0.177
Статистически отобранные		5	Logistic Regression	0.020	0.040	0.993	0.006	0.063	0.126
Статистически отобранные		10	Logistic Regression	0.020	0.040	0.990	0.009	0.063	0.125
Отобранные по корреляции		5	Logistic Regression	0.000	0.000	0.993	0.006	0.000	0.000

Список литературы

- [1] А. В. Вайсблат. *Радиотермография как метод диагностики в медицине*. М.: НЦЗД РАМН, 2003. 80 с.
- [2] В. В. Левшинский. «Математические методы анализа и интерпретации термометрических данных в медицинской диагностике». дис. канд. техн. наук: 1.2.2., 2022. 202 с.
- [3] А. Г. Лосев, А. С. Резникова, И. Е. Попов. «Формирование оптимальной обучающей выборки методами машинного обучения для улучшения эффективности скрининга рака молочной железы». В: *Материалы Научной сессии : Материалы сессии. В 2 томах*. EDN CQBLSW. Волгоград: Волгоградский государственный университет, 24—28 апр. 2023, с. 82—87.
- [4] Е. В. Анисимова, Т. В. Замечник, А. Г. Лосев. «Об одной математической модели диагностики венозных заболеваний по данным комбинированной радиотермометрии». В: *Вестник новых медицинских технологий XIX.2* (2012), с. 239—241.
- [5] В. В. Левшинский. «Многоклассовая классификация в задаче дифференциальной диагностики венозных заболеваний по данным микроволновой радиотермометрии». В: *Программные системы: теория и приложения 12.2(49)* (2021), с. 19—36. DOI: 10.25209/2079-3316-2021-12-2-19-36. URL: http://psta.psisras.ru/read/psta2021_2_19-36.pdf.
- [6] Т. Н. Андрианов Ю. А. и Андрианова. *Математика. Аналитическая геометрия: учебное пособие*. Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 152 с. ISBN: 978-5-7422-3547-3.
- [7] Шафрановский И.И. *Симметрия в природе*. Ленинград: Издательство "Недра", 1968.
- [8] Г. Вейль. *Симметрия*. Пер. с англ. Б.В. Бирюкова, Ю.А. Данилова; под ред. Б.А. Розенфельда. М.: Наука, 1968. 192 с.
- [9] А. И. Кострикин, Ю. И. Манин. *Линейная алгебра и геометрия*. Наука, 1986. 304 с.
- [10] Ч. К. Мустафин. «Радиотермометрические основы исследования молочных желез». В: *Медицинская визуализация 3* (2006), с. 31—38. URL: http://vidar.ru/Article.asp?fid=MV_2006_3_32 (дата обр. 01.06.2024).
- [11] А. Г. Гудков и др. *Радиотермометрия*. Научная серия «Технологические инновации». Монография / Под ред. А. Г. Гудкова; ил. М.: Радиотехника, 2023. 348 с.
- [12] А. Г. Лосев и др. «Проблемы измерения и моделирования тепловых и радиационных полей в биотканях: анализ данных микроволновой термометрии». В: *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 1: Математика. Физика 6* (31) (2015), с. 31—71. DOI: 10.15688/jvolsu1.2015.6.3.
- [13] В. С. Владимиров. *Уравнения математической физики*. 5 изд. Учебник для вузов. М.: Наука, 1981, с. 512.

- [14] S.J.D. Prince. *Computer Vision: Models Learning and Inference*. Cambridge University Press, 2012.
- [15] А. В. Лебедев, Л. Н. Фадеева. *Теория вероятностей и математическая статистика (4-е издание)*. Москва, 2018. 480 с. ISBN: 978-5-600-02149-5.
- [16] P. Grandcolas и др. «The geometric mean length, a new statistic to describe the distribution of character steps on a tree». Англ. В: *Cladistics* 20.2 (2004), с. 219—222. DOI: 10.1111/j.1096-0031.2004.00017.x.
- [17] Richard Bellman. «Dynamic Programming and the Curse of Dimensionality». В: *Journal of Mathematical Analysis and Applications* 1.1 (1957), с. 228—239. DOI: 10.1016/0022-247X(57)90041-5.
- [18] Douglas G. Altman, J. Martin Bland. «Diagnostic tests. 1: Sensitivity and specificity». В: *BMJ* 308.6943 (1994). DOI: 10.1136/bmj.308.6943.1552.
- [19] К. В. Воронцов. *Лекции по машинному обучению: Логические алгоритмы классификации*. Учебное пособие. 2010. URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/3/3e/Voron-ML-Logic.pdf>.
- [20] Яндекс. *Handbook: Машинное обучение*. (Дата обращения: 2025-06-20). 2023. URL: <https://education.yandex.ru/handbook/ml>.
- [21] J.G. Proakis, D.G. Manolakis. «Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications». В: *Prentice Hall* (2006).
- [22] Лосев А. Г., В. С. Мазепа, И. П. Замечник. «О некоторых характерных признаках в диагностике патологии молочных желез по данным микроволновой радиотермометрии». В: *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 6 ().
- [23] А.Г. Лосев и др. «Интеллектуальный анализ данных микроволновой радиотермометрии в медицинской диагностике». В: *Нанотехнологии: разработка, применение - XXI век* 1 (2023). 1,2 Волгоградский государственный университет (г. Волгоград, Россия); 3,4 Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (Москва, Россия); 3 ООО «НПИ «ФИРМА «ГИПЕРИОН» (Москва, Россия). DOI: 10.18127/j22250980-202301-01.
- [24] F. et al. Pedregosa. *Scikit-learn: Machine Learning in Python*. 2011. URL: <https://scikit-learn.org/stable/documentation.html>.
- [25] N.V. Chawla и др. «SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique». В: *Journal of Artificial Intelligence Research* 16 (2002), с. 321—357.
- [26] C.M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006. 758 с.
- [27] О. А. Шевелев и др. «Краниocereбральная гипотермия как метод терапии нарушений температурного баланса головного мозга у пациентов в посткоматозном периоде». В: *Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация* 2.1 (2020), с. 11—19. DOI: 10.17816/rehab20411.

- [28] L. Wasserman. *All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference*. Springer, 2004. 458 с.
- [29] Y. Benjamini, Y. Hochberg. «Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing». B: *Journal of the Royal Statistical Society: Series B* 57.1 (1995), с. 289—300.
- [30] Chingis Mustafin и др. «Diagnostics of Ovarian Tumors in Postmenopausal Patients». B: *Diagnostics* 12.11 (2022). ISSN: 2075-4418. DOI: 10.3390/diagnostics12112619. URL: <https://www.mdpi.com/2075-4418/12/11/2619>.