

# ЭКСПЕРТНАЯ МЕДИЦИНСКАЯ СИСТЕМА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ХОРИАЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Курочкин А. В., Прибушеня О. В., Садов В. С.

Кафедра интеллектуальных систем, факультет радиофизики и компьютерных технологий, Белорусский государственный университет

ГУ «РНПЦ «Мать и дитя»»

Минск, Республика Беларусь

E-mail: lawliet29@gmail.com, pribushenya@yandex.ru, sadov@bsu.by

*В разрабатываемой системе решается задача определения хориальности многоплодных беременностей на основании данных типичных обследований. С использованием 9 основных исходных признаков сформулированы эвристические правила, для каждого из которых оценена достоверность. При формулировке правил используются данные научных исследований по предметной области, полученные из литературных источников, практического опыта и исторических данных. Для определения конечного результата используется механизм нечеткого вывода по модели Такаги-Сугено-Канга.*

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие информационных технологий обуславливает разностороннее развитие и внедрение практик автоматизации в различные сферы жизнедеятельности. Одним из подходов к автоматизации процессов оценки и принятия решений является формализация и применение формальных методов. Любое формальное высказывание может использоваться как элементарное выражение при построении более сложных высказываний, а также для установления отношений между ними с использованием формальных методов вывода [1].

Чаще всего используется формулировка исходных выражений в рамках булевой алгебры, т.е. с описанием причинно-следственных связей между исходными и искомыми параметрами. В таких случаях для оценки конечного результата по исходным данным может использоваться строгий логический вывод. Исходные признаки бинаризируются, и на основании формальных правил формулируются выражения логики высказываний.

В рамках исследуемой предметной области ставится задача по оценке хориальности многоплодных беременностей на основании результатов основных диагностических врачебных исследований пациентов. Существует ряд ограничений, из-за которых строгий логический вывод не является корректным в контексте данной задачи. Для преодоления этих ограничений предлагается использовать систему нечеткой логики и алгоритм нечеткого вывода [1-3].

## I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ В ДОМЕННОЙ ОБЛАСТИ

При определении хориальности многоплодных беременностей на основании данных типичных обследований в качестве исходных признаков используются следующие [4-5]:

- наличие или отсутствие лямбда-признака при обследовании в срок 11 и 17 недель;
- пол плодов при обследовании в срок 11 и 17 недель;
- раздельное или совместное положение хорионов в срок 11 недель;
- раздельное или совместное положение плаценты в срок 11 и 17 недель;
- толщина межамниотической перегородки в срок 17 и более недель.

Перечисленные признаки описываются при помощи 9 лингвистических переменных.

С использованием вышеперечисленных признаков можно составить формальные высказывания с использованием алгебры логики, т.е. на основании причинно-следственных высказываний. Сами высказывания формулируются на основании научных данных литературных источников, практического опыта и исторических данных [4-5].

Тем не менее, существует ряд ограничений, из-за которых строгий логический вывод не является корректным в контексте данной задачи.

Во-первых, каждый из сформулированных признаков не является абсолютным, и имеет некоторую достоверность (определяемую, всё так же, на основании практических данных).

Во-вторых, некоторые признаки могут в определенных условиях противоречить друг другу при использовании строгого логического вывода.

В-третьих, в рассматриваемой задаче некоторые исходные признаки легко бинаризируются. Однако, на основании достоверностей формулируемых правил ожидаемый результат не может являться строгим ответом и также должен обладать некой мерой достоверности. Кроме того, даже наличие или отсутствие того или иного бинарного признака может обладать определенной достоверностью, которую врач может сформулировать по результатам обследования [3].

## II. ФОРМУЛИРОВКА ПРАВИЛ ДЛЯ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА

Применение системы нечеткой логики и использование нечёткого вывода позволяет учитывать достоверности каждого признака при определении конечного результата. В разрабатываемой системе, в качестве возможных достоверностей можно указать следующие значения:

- очень низкая
- низкая
- средняя
- высокая
- очень высокая

Достоверность определяет то, какое влияние конкретное правило имеет на конечный результат. Для непосредственного нечеткого вывода используется метод Такаги-Сугено-Канга [2].

В системе реализован нечеткий вывод по совокупности следующих правил [4–5]:

- при наличии лямбда-признака в 11 или 17 недель беременность дихориальная (высокая достоверность);
- при отсутствии лямбда-признака в 17 недель беременность монохориальная (низкая достоверность);
- при разнополости в 17 недель беременность дихориальная (высокая достоверность);
- при однополости в 17 недель беременность монохориальная (очень низкая достоверность);
- при раздельном положении хорионов в 11 недель беременность дихориальная (средняя достоверность);
- при раздельном положении плацент в 11 или 17 недель беременность дихориальная (средняя достоверность);
- при совместном положении плацент (или наличии 1 плаценты) в 17 недель беременность монохориальная (низкая достоверность);
- при толщине межамниотической перегородки более 2 мм в 17 и более недель беременность дихориальная (средняя достоверность);
- при толщине межамниотической перегородки более 2 мм в 17 и более недель беременность монохориальная (низкая достоверность).

## III. ФОРМАТ ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ И ОЦЕНКА ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В качестве выходного значения системы нечеткого вывода используется бинарное кодирование, т.е. в предельных случаях дихориаль-

ность кодируется единицей, а монохориальность – нулем. Результат работы системы  $\xi$ , в общем случае, непрерывен на отрезке определения, т.е.  $\xi \in [0; 1]$ . При значениях  $0 < \xi < 0,5$  делается вывод о монохориальности, а при  $0,5 < \xi < 1$  – о дихориальности. Достоверность  $\mu$  полученного результата (уверенность в исходе) можно определить как  $\mu = |2\xi - 1| \cdot 100\%$ .

При значениях  $\xi$  близких к 0,5 (или, соответственно,  $\mu$  близких к 0) результат работы системы нечеткого вывода недостоверен.

При проверке алгоритма на выборке из исторических данных (400 записей) процент ошибок составил 11,25% (45 записей), достоверность  $\mu$  для ошибочных результатов не превысила 40%.

В дальнейшем, для повышения качества экспертных оценок, предусмотрена возможность добавления или изменения правил, введения новых переменных для входных данных, а также определение меры уверенности и определение многозначных (более двух значений) лингвистических переменных для бинарных признаков.

Таким образом, разработанная система достаточно состоятельна для оценки хориальности многоплодных беременностей и может использоваться в качестве информационного экспертного ресурса во врачебной практике для упрощения работы врача. Тем не менее, следует отметить, что полученные оценки носят исключительно информационный характер и служат скорее подсказкой, чем достоверным результатом; при принятии связанных с результатом работы системы решений специалист в первую очередь должен опираться на собственный опыт и не принимать полученный результат как верный, особенно при невысоких полученных значениях достоверности.

1. West, F. Fuzzy Inference System / F. West // NY Research Press, 2015 – 326 P.
2. Giangiacomo, G. Effectiveness and Multivalued Logics / G. Giangiacomo // Journal of Symbolic Logic – 2006. – Vol. 71, № 1. – P. 137–162.
3. Ross, T. J. Fuzzy Logic with Engineering Applications, Fourth Edition / T. J. Ross // Wiley India Pvt. Limited, 2008 – 4th ed. – 625 P.
4. Прибушена, О. В. Акушерская тактика и перинатальные исходы при многоплодной беременности: критерии отбора плодов для редукции / О. В. Прибушена // Проблемы репродукции – Москва: Медиа Сфера, 2013. – № 5. – С. 94–99.
5. Прибушена, О. В. Ультразвуковое исследование при многоплодии. Обзор литературы и собственные клинические наблюдения / О. В. Прибушена, Т. В. Лемешевская, М. Г. Дувакина // Репродуктивное здоровье – Минск: Профессиональные издания, 2012. – № 6(24). – С. 88–106.