

# НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА КАК ОСНОВА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ В МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

Воробьева С.В.

к.ф.н., доцент кафедры философии культуры  
Белорусский государственный университет

**Актуальность** проблемы обусловлена двумя причинами. Во-первых, нечеткая логика моделирует естественно-языковые рассуждения, локализуя лингвистическую неопределенность и неточность как их неотъемлемые свойства, а не блокируя, как классическая бинарная логика [1]. Во-вторых, нечеткая логика оказалась наиболее пригодной для описания свойств многомерных данных на основе информационных гранул и для последующей обработки в интеллектуальных системах, включая экспертные системы [2].

**Цель исследования:** выявить особенности нечеткой логики как основы экспертных систем в медицинской диагностике.

**Основные положения исследования:** Нечеткая логика лежит в основе моделирования интеллектуальной деятельности, связанной с формализацией образных представлений (понятий). Ее разработка стала следствием негативной оценки стремления к точности, что привело к сосредоточению на однозначно решаемых проблемах и исключению результатов, которые «являются несколько размытыми или неопределенными» [3]. Избегание неопределенности неприемлемо в исследованиях сложных систем, так как по мере их усложнения падает способность «дать точные и в то же время имеющие практическое значение суждения» о поведении системы [1]. Точность выводов достигается путем двузначного мышления. Однако неточности, проистекающие из правополушарного ассоциативного мышления, формирующего общую картину решаемой проблемы, неустранимы из интеллектуальной деятельности человека. Поэтому проблемное поле нечеткой логики, возникшей как обобщение классической логики и теории множеств, обусловлено необходимостью формализации образных представлений в различных сферах знаний, особенно тех, которые связаны с диагностикой и экспертизой [4].

Экспертные системы замещают специалиста в разрешении проблемных ситуаций, возникающих в плохо структурированных и сложно формализуемых предметных областях. Такая онтология предполагает введение нечеткости как взвешенной принадлежности [2]. Для этого четкое множество заменяется нечетким, в котором каждый элемент имеет функцию принадлежности к нему, принимающую значение в интервале  $[0, 1]$ . Введение нечеткости включает: 1) лингвистическую переменную (*артериальное давление*), имеющую лингвистические значения, которые выражают качественные оценки; 2) нечеткие значения

лингвистической переменной (*низкое, нормальное, высокое*), или информационные гранулы [2]; 3) лингвистические терм-множества, включающие все лингвистические значения истинности, с помощью которых определяется лингвистическая переменная. В результате терм-множество лингвистической переменной «артериальное давление» может включать три нечетких множества, каждое из которых имеет свою функцию принадлежности на шкале тонометра. Подвижность границ ставит вопросы о «текучих» переходах в значениях, о степенях принадлежности к классу, о пороговых значениях и их зависимостях от конъюнктивных или дизъюнктивных связей, о минимальных и максимальных значениях [5, с. 107]. Например, изменения слизистой оболочки желудка в пределах «еще не» или «уже да» содержат потенциальные формы диагностической формализации и концептуализации, зависящие от кластеризации – разбиения на нечеткие подмножества, состоящие из схожих объектов, но существенно отличающиеся друг от друга [5, с. 139].

Медицинская диагностика должна мыслить четко нечеткими понятиями. «В процессе постановки диагноза требуется учитывать нечеткости понятий (признаков)» и их отнесения «к определенному классу» [6, с. 5]. Поскольку понятие – это понимание слова, постольку оно не является логическим термином. Понятие раскрывается как предикат, терм (лингвистические значения истинности) или логическая функция. В нечеткой логике имеют место векторные предикаты (*быть умным, гипертоником, параноиком*). Векторную организацию они обретают при квантификации, выражающей некоторое качество, на основе степени из интервала  $[0, 1]$ . Например, квантификация качества ума отражается в индексе IQ. Нечеткие экспертные системы представляют собой векторно-предикатное пространство, основанное на лингвистических переменных и знаниях, представленных в форме нечетких продукций – использовании правила импликации «если, то» (*Если артериальное давление высокое (имеет свои термы), – возможен инсульт*).

**Вывод:** Нечеткая логика формализует лингвистическую неопределенность, формируя базы экспертных знаний, используемых в медицинской диагностике для разрешения проблемных ситуаций.

### Литература

1. Заде, Л.А. Роль мягких вычислений и нечеткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных интеллектуальных систем / Л.А. Заде / пер. с англ. И.З. Батыршина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://zadeh.narod.ru/ZADEH\\_Rol\\_mjagkikh\\_vychislenij.html](https://zadeh.narod.ru/ZADEH_Rol_mjagkikh_vychislenij.html). – Дата доступа: 12.04. 2025.

2. Кобринский, Б.А. Нечеткость в медицине и необходимость ее отражения в экспертных системах / Б.А. Кобринский // Врач и информационные технологии. – 2016. – № 5. – С. 6–14.

3. Zadeh, L.A. Fuzzy Sets / L.A. Zadeh // Information and Control. – 1965. – Vol. 8. – №3. – P. 338–353.

4. Кореневский, Н.А. Использование нечеткой логики принятия решений для медицинских экспертных систем // Медицинская техника. – 2015. – № 1 (289). – С. 64–76.

5. Воробьева, С.В. Логика: Теория аргументации и критического мышления / С.В. Воробьева. – Минск: БГУ, 2018. – 231 с.

6. Кобринский, Б.А. Логика аргументации в принятии решений в медицине / Б.А. Кобринский // НТИ. – Сер. 2. Информационные процессы и системы. - 2001. – № 9. – С. 1–8.