

**М. А. Круковская**

ИООО «Эксадел»

**А. Ф. Васильев**

ГГУ им. Ф. Скорины

Факультет довузовской подготовки и обучения иностранных студентов

## **РОЛЬ НЕЧЕТКОЙ МАТЕМАТИКИ И НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ПОДГОТОВКЕ СОВРЕМЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ**

Самой поразительной особенностью человеческого разума является способность принимать правильные решения в условиях неполной и нечеткой информации. Искусственный интеллект, действующий в рамках классической логики, не способен справиться с такой задачей. Традиционные вычисления «слишком точны» для реального мира.

Большинство традиционных инструментов для формального моделирования, алгоритмизации и вычислений дихотомичны, четко определено и точно по своему характеру. Так, например, в традиционной булевой логике утверждение может быть истинным или ложным, третьего не дано. В теории множеств элемент может либо принадлежать множеству, либо нет; в оптимизации решение может быть осуществимо или нет. Точность предполагает, что параметры модели полностью описывают исходную систему, которая являлась объектом моделирования. Это также подразумевает, что модель однозначна и не

содержит неясностей. Определенность обуславливает отсутствие сомнений относительно значений параметров и/или возникновения событий, оказывающих влияние на структуру и поведение модели. Однако эти предположения и основополагающие принципы классической логики часто не применимы к моделям, описывающим современную реальность, которая не является четкой или однозначно определенной. В современном мире человек сталкивается с проблемами, когда отсутствует достаточно информации, чтобы принять решение, или ее не хватает даже для того, чтобы полностью описать задачу. Кроме того, полное описание реальной системы нередко требует оперировать таким количеством данных и параметров, а также такого глубокого уровня детализации, что человеческое сознание в принципе неспособно отследить, обработать и одновременно понять такой поток информации. В результате поиска решения описанных выше проблем и несоответствий, а также в попытке найти методы, позволяющие описать нечеткие системы и поведенческие модели, чтобы они соответствовали реальности, возникла теория нечетких множеств и нечеткой логики.

Теория нечетких множеств и нечеткой логики была введена в 1965 г. профессором Калифорнийского университета Лотфи Заде в качестве дополнения к классической теории множеств и формальной логики. Основные определения и результаты теории нечетких множеств были изложены им в его статье «Fuzzy Sets», опубликованной в журнале «Information and Control».

В своих работах Лотфи Заде отметил: «По мере того как возрастает сложность системы, наша способность делать точные и все еще значимые утверждения о ее поведении уменьшается, так происходит до предельного момента, когда точность и значимость (релевантность) становятся почти взаимоисключающими характеристиками».

Пусть  $U$  – универсальное множество, т. е. полное множество, охватывающее всю проблемную область. Обозначим его  $U = \{u\}$ .

Нечеткое множество (класс)  $X$  в множестве  $U$  характеризуется функцией принадлежности (характеристической функцией)  $\mu_X(u)$ , которая ассоциирует каждую точку множества  $U$  с действительным числом в интервале  $[0, 1]$ , и значение  $\mu_X(u)$  в точке  $u$  представляет собой «степень принадлежности»  $u$  к множеству  $X$ . Таким образом, чем ближе значение  $\mu_X(u)$  к единице, тем выше степень принадлежности  $u$  к  $X$ . Если  $X$  представляет собой множество в классическом его понимании, функция принадлежности может принимать только два значения 0 и 1,  $\mu_X(u) = 1$  или 0 в зависимости от того  $x$ , либо не принадлежат  $X$ . Таким образом, в данном случае  $\mu_X(u)$  сводится

к знакомой характеристической функции множества  $X$ , ассоциированными степенями принадлежности  $\mu_X(u)$ .

В нашей повседневной жизни мы постоянно сталкиваемся с нечеткими множествами и нечеткими высказываниями. Легко убедиться, что мы живем в мире, полном нечеткой логики. «Подойди ближе», «вернись не слишком поздно», «могло бы быть немного лучше», «не иди слишком быстро» и т. д. Все эти выражения нечеткие, поскольку мы не можем соотнести их с точным числовым эквивалентом. Даже при ответе на простой вопрос: «Какая сегодня погода?» мы все руководствуемся нечеткой логикой.

Разницу между классической теорией множеств, логикой и теорией нечетких множеств и нечеткой логикой можно легко продемонстрировать на классическом примере графического представления холодной/теплой/жаркой погоды в рамках классической логики и в теории нечеткой логики, как это показано ниже:

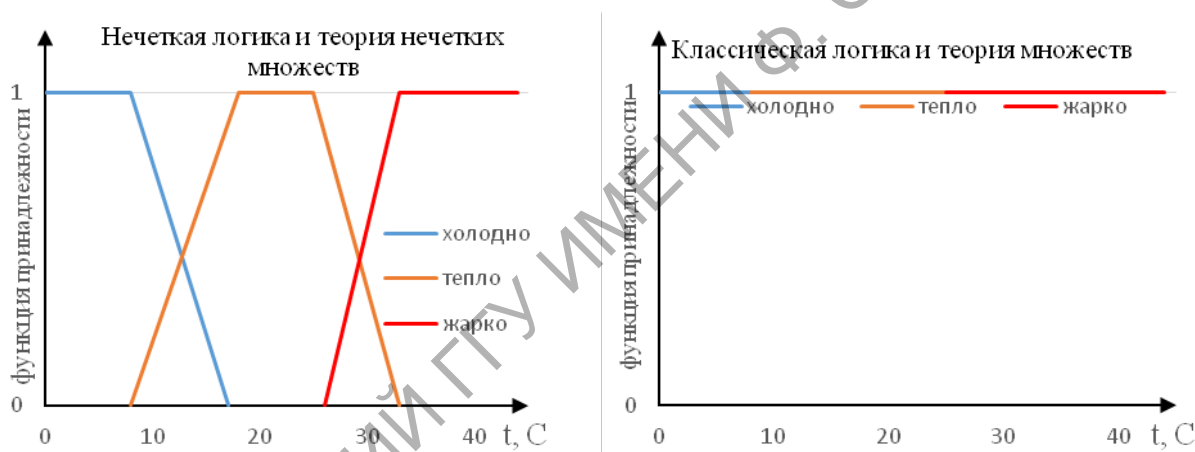


Рисунок 1.1 – Классическая логика и теория множеств vs, нечеткая логика и теория нечетких множеств

С момента своего создания в качестве обобщения классической теории множеств и формальной логики теория нечетких множеств превратилась в мощный математический инструмент и нашла множество практических приложений. Она нашла свое применение во многих математических областях, таких как алгебра, анализ, кластеризация, теория управления, теория графов, теория меры, оптимизация, исследование операций, топологии и так далее. Кроме того, отдельно или в сочетании с классическими подходами она была применена на практике в различных дисциплинах, таких как контроль, обработка данных, поддержка принятия решений, инженерии, управления, логистики, медицины и других. Нечеткая логика является чрезвычайно полезным инструментом для многих исследователей и разработчиков,

включая инженеров (приборостроение, авиация, сельское хозяйство, биомедицина, компьютерные технологии, экология, геология и т. д.), математиков, разработчиков компьютерных программ, естествоиспытателей (биология, химия, науки о земле, физика), медиков, социологов (экономика, менеджмент, политология, психология), политических аналитиков, бизнес-аналитиков и юристов.

Экспериментально доказано, что нечеткое управление обеспечивает лучшие результаты по сравнению с результатами, полученными с помощью обычных алгоритмов управления. Нечеткие методы помогают управлять автомобилями и поездами, помогают в распознавании речи и образов, незаменимы в разработке роботов, имеющих осязание и зрение. Нечеткая логика, на которой основано нечеткое управление, ближе по духу к человеческому мышлению и естественным языкам, чем традиционные логические системы.

Ввиду возрастающего числа применений нечеткой математики и нечеткой логики возникает необходимость более широкого их внедрения в научные исследования и подготовку современных высококвалифицированных специалистов. По мнению экспертов, в 21 веке нечеткая математика и логика станут основой математической подготовки специалистов большинства направлений.

В настоящее время в вузах Беларуси внедрение курсов по изучению нечеткой математики, нечеткой логики и их приложений студентами заметно отстает от стран Запада, Японии, Китая, Юго-Восточной Азии, России и др. Проведение научных исследований в области нечеткой математики и нечеткой логики, учебно-методические разработки в этом направлении носят единичный характер.

В студенческой научно-исследовательской лаборатории «Алгебра и геометрия сложных систем» кафедры алгебры и геометрии в последние восемь лет проводится работа по внедрению основ нечеткой алгебры и нечеткой логики в учебный процесс и научные исследования. Регулярно проводятся семинары «Нечеткое моделирование» и «Нечеткие группы». Создан сайт <http://fuzzy-group.narod.ru/> для поддержки семинаров. По итогам работы участниками семинаров было написано ряд научно-методических работ, дипломных работ, подготовлены и успешно защищены две магистерские диссертации по теории нечетких групп. В настоящее время ведется подготовка еще трех магистерских диссертаций по приложениям нечеткой алгебры и нечеткой логики в дистанционном обучении, оценке качества программных продуктов, моделированию транспортировки нефти. Практика изучения нечеткой математики студентами показала высокую эффективность ее использования в подготовке будущих высококвалифицированных специалистов.