

ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В СИСТЕМАХ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ФРАКТАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ОРГАНОВ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА

К.В. Миренков, И.Д. Труфанов, И.И. Труфанов

Запорожский государственный медицинский университет
Запорожский национальный технический университет, Запорожье

Современное состояние математического обеспечения процессов прогнозирования в реальных физико-физиологических системах базируется на основе алгоритмов формальных грамматик Н.Холмского: структурных грамматик лингвистики медицинской кибернетики, линейного и нелинейного программирования, теории дискретных процессов на базе непрерывных на отрезке времени (цепей Маркова) процессов и устройств управления и регулирования. Данные аспекты развиты в направлении использования алгоритмов и основных положений теории Л.Заде, сформулированных им как «fuzzy sets» (размытых или нечетких соотношений между параметрами) в аппликативных, трансформационных сетевых и многих других факторов формирования алгоритмических множеств описания различной сложности движений организма человека, в т.ч. и биомеханики опорно-двигательного аппарата (ОДА), где наиболее сложными являются движения суставов. Такие факторы в теории формальных грамматик описания биомеханики органов и элементов ОДА базируются на собственных (внутренних), наиболее характерных для теории биомеханики ОДА как элементов сплошной среды, алгоритмах тензорного исчисления детерминированных процессов, которые могут быть применены и для описания стохастических процессов в условиях априорной недостаточности информации. Fuzzy-априорность (размытая, нечеткая) порождения решения задач алгоритмической разрешимости для распознающих (идентификационного характера) и порождающих (прогностического характера) грамматик. В данном случае устанавливается детерминированная или стохастическая вероятность достоверности экспертных оценок параметров фрактального биомеханического движения ОДА на основе алгоритмической разрешимости динамической функциональности классических физиологических объектов, базирующейся на теоремах логической вычислимости.

Введение в проблему

Прогностические факторы в системах экспертной оценки параметров движения ОДА как элементов сплошной среды в рамках традиционных математических формализмов используются только для применения в алгоритмах строгой однозначности физических и математических отображений фрактального движения организма человека. В этом случае используется многозначная интерпретация неклассической теории множеств, на основе которой производится построение нечетких аналогий математических алгоритмов и формального аппарата моделирования процессов стохастического анализа в терминах нечеткой математики прогностических (диагностических) параметров состояния человеческого организма, в т.ч. органов ОДА.

Методы исследований.

Результаты и их обсуждение

На основе fuzzy sets and systems (нечетких понятий и систем анализа) на рис.1 приведена структура математических алгоритмов описания прогностических процедур экспертной оценки параметров динамики реальных органов ОДА как элементов сплошной физической среды. В данном случае стандартные факторы биомеханики (механическое напряжение, деформация, скорость деформации, касательные напряжения, пластическое или упругопластическое смещение, фрактальное движение и др.), представляемые в фундаментальных понятиях математики (функция, отношение, предикат), отображаются в виде нечетких уравнений и нечетких интегро-дифференциальных уравнений, нечеткой логики и нечеткой топологии.

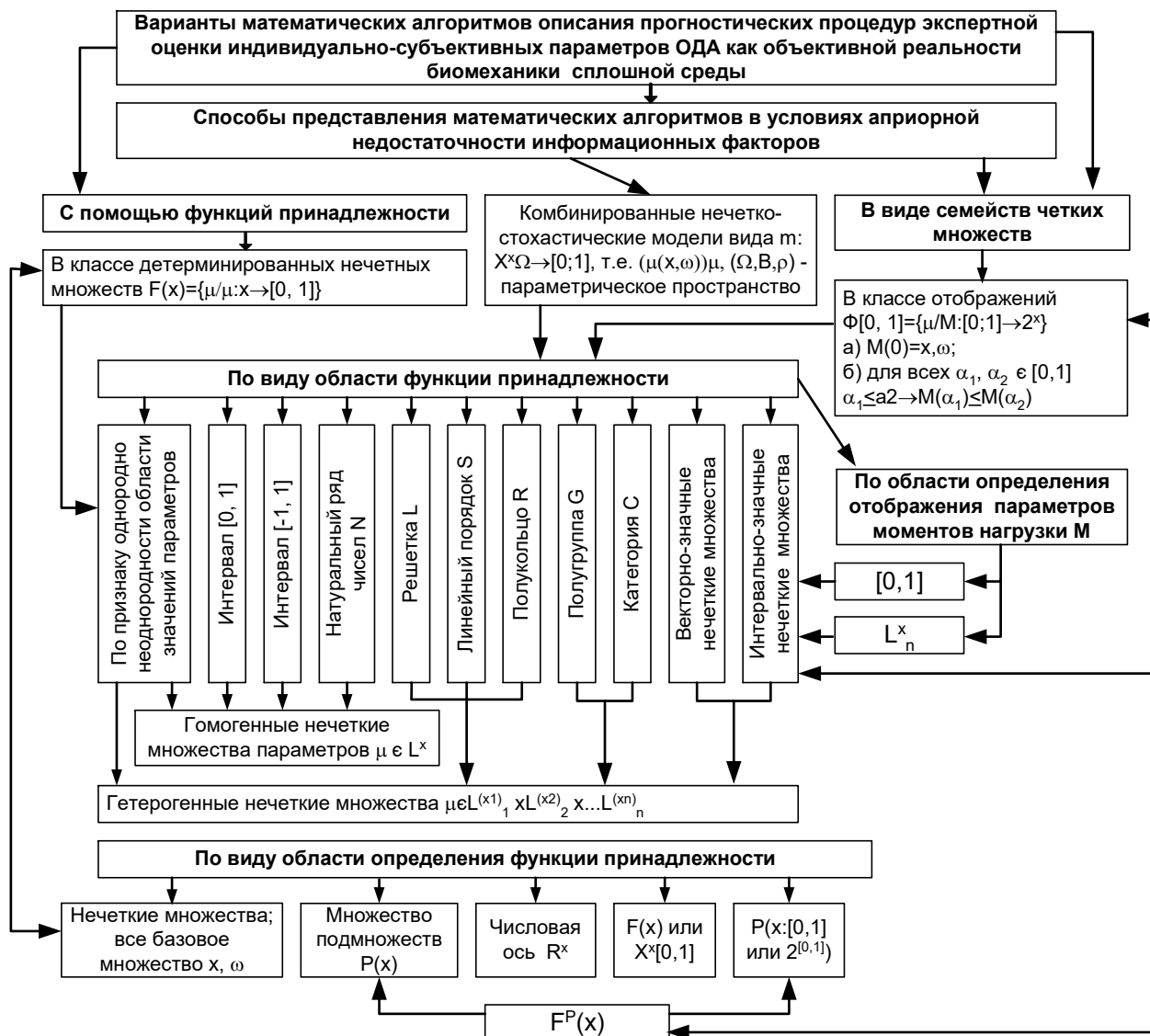


Рисунок 1.
Системотехнические характеристики формализации нечеткости алгоритмов

Подобные подходы реализуют основную прагматическую цель теории fuzzy sets and system – создание математического аппарата, способного моделировать экспертные алгоритмы человеческого мышления, базирующегося на недетерминированности, неполноте, ненормированности, неопределенности и многозначности факторов биомеханики ОДА человека. На основе данных математических постулатов проводится разработка диагностических алгоритмов и систем планирования лечебных манипуляций, опирающихся на функциональную неполноту информации при обработке зрительных сигналов и при управлении процессами биомеханики ОДА.

Прогностические процедуры экспертной оценки параметров биомеханики ОДА человека как элементов сплошной среды (рис.1) базируются на теории нечетких множеств как достижений в области многозначной логики (трехзнач-

ной логики Лукасевича, k-значной логики Поста, бесконечно-значной логики [1-3], теории вероятностных детерминированных и стохастических методов обработки экспериментальных данных (гистограммы, функции распределения), дискретной математики (теория матриц, теория автоматов, теория графов, теория грамматик...), предложившей инструмент для формулирования адекватных моделей при решении практических задач прогнозирования параметров процессов биомеханики организма человека и лечебных процедур.

Алгоритм Заде [4] предполагает отказ от основного утверждения классической теории множеств о том, что некоторый элемент коленного сустава может либо принадлежать, либо не принадлежать к множеству элементов ОДА. В данном случае вводится функция принадлежности, которая принимает значения из относитель-

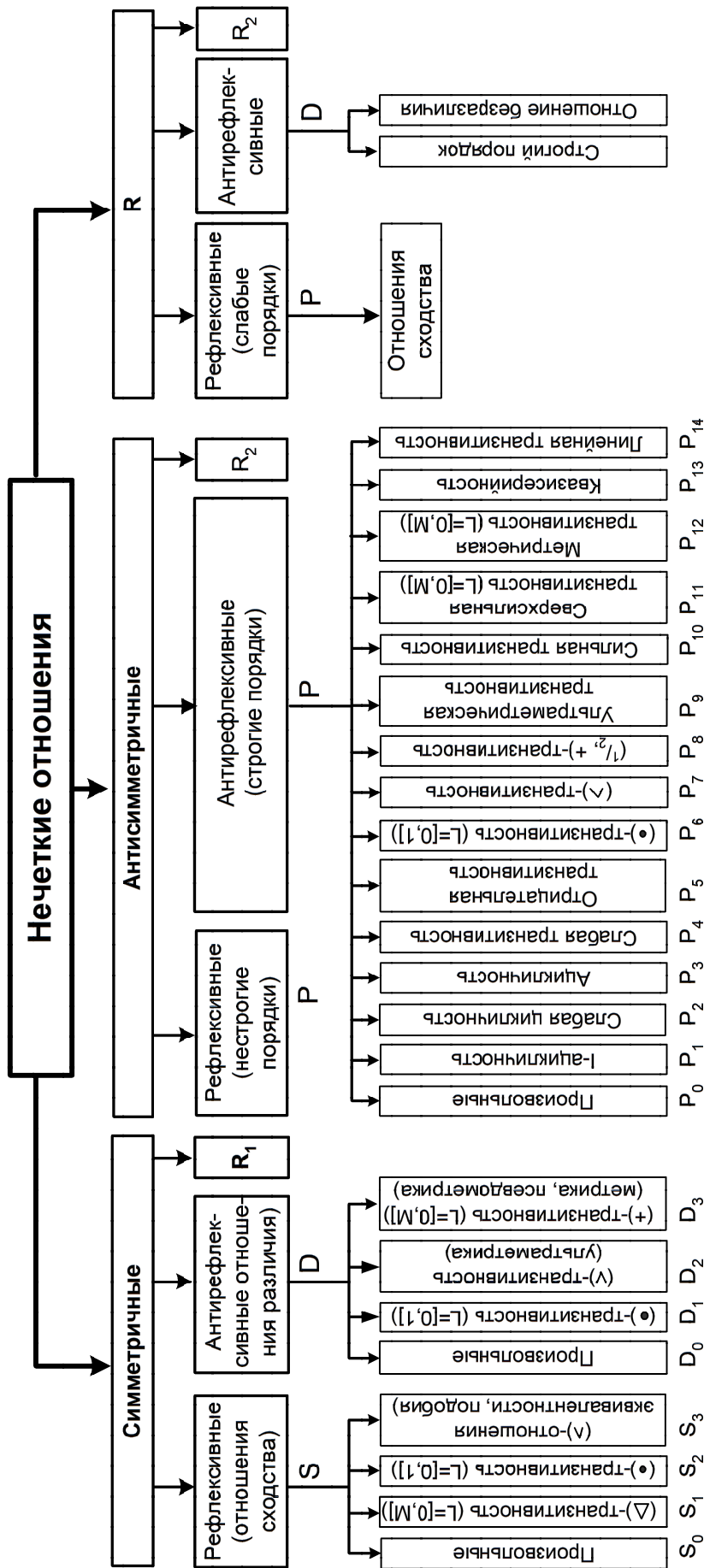


Рисунок 2.
Основные соотношения нечетких отношений

В области анализа крупных костно-мышечных систем (например, тазобедренного сустава) открывается возможность моделирования неопределенности, выраженной, в частности, в градациях информированности врача-травматолога о функциях и архитектонике костной ткани. В области исследования алгоритмов управления системой ОДА нечеткая алгебра позволяет провести моделирование свойств целостности диффузности психических движений, гибкости и многозначности координации движений на уровнях отражения, регуляции и коммуникации динамических характеристик человеческого организма.

Открытость и многозначная взаимосвязанность взаимодействия с внешней средой способствует преодолению дуальности, связанной с неопределенностями, неизбежными при описании динамики биомеханических элементов ОДА. Источниками неопределенностей, в т.ч. и фрактального движения, являются: невозможность точного измерения реальных физиологических и физических величин, невозможность полного и алгоритмически четкого описания многих физических характеристик костной ткани, ограничения по нечувствительности при выполнении сенсорных или перцептивных действий и движений на грани разрушения коленного сустава (как ор-

гана ОДА), недостаточная размерность моделей, не позволяющая отразить все значимые свойства физиологии органов ОДА как элементов сплошной среды. Данное отношение математического моделирования принято считать нечетким, в результате чего исследователь или практик – травматолог вынужден использовать в качестве состояний модели нечетких множеств в исходных многомерных пространствах, а в качестве действий (в реальном мире физиологического организма) или операторов (в модели) – нечетких преобразований над этими пространствами. С этих позиций рассматриваются проблемы поиска в пространстве состояний, декомпозиции задачи на подзадачи, построения планов диагностических оценок посредством разрешения задач биомеханики травматических воздействий и разрушения костно-мышечных органов ОДА.

Построение прогностических алгоритмов диагноза параметров возвратного и безвозвратного фрактального движения органов опорно-двигательного аппарата человека является базой создания диалоговых систем с языком общения, близким к естественному, позволяющих на основе нечетких инструкций модифицировать графические изображения с возможными отклонениями и ошибками.

Литература

1. Вopenка П. Математика в альтернативной теории множеств. М.: Мир, 1983. 152с.
2. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. М.: Радио и связь, 1982. 432с.
3. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М.: Наука, 1981. 208с.

4. Fuzzy Sets and Their Applications to Cognitive and Decision Processes. New York: Academic Press, 1975. 496p.
5. Kaufmann A. Introduction to the theory of fuzzy subsets: U.I. New York: Academic Press, 1975. 643p.
6. Dubois D., Prade H. Fuzzy sets and systems. Theory and applications. New York: Academic Press, 1983. 393p.

