

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ИОНОСФЕРЕ

Катрич Н. А.¹, Панасенко С. В.²

¹*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

²*Институт ионосферы, г. Харьков*

Нечёткая логика и теория нечётких множеств — раздел математики, являющийся обобщением классической логики и теории множеств. В ней понятие множества было расширено допущением, что функция принадлежности элемента к множеству может принимать любые значения в интервале $[0..1]$ а не только 0 или 1, такие множества были названы нечеткими. Используются различные логические операции над нечеткими множествами и введено понятие лингвистической переменной, в качестве значений которой выступают нечеткие множества. Аппарат нечетких множеств и нечеткой логики с успехом применяется для решения задач, в которых исходные данные являются ненадежными и слабо формализованными. Сегодня нечеткая логика является стандартным методом при моделировании и проектировании. Такие системы используются в медицине, технической диагностике, управлении технологическими процессами, компьютерными сетями, а также для приближенных вычислений.

В работе решалась задача выявления и оценки параметров волновых процессов в ионосфере на ряде высот при наличии внешних шумов по данным радара некогерентного рассеяния. При этом в качестве входных переменных были выбраны отношения сигнал / шум и длительности колебаний на нескольких высотах, а также разности начальных фаз этих колебаний на соседних высотах. Разрабатываемое программное обеспечение должно было принимать решения о наличии или отсутствии полезного сигнала и его принадлежности к волновому процессу, что и было использовано в качестве выходных переменных. Также был сформулирован целый ряд нечетких правил, на основании которых программа принимала решение.

Для решения поставленной задачи использовалось средство компьютерной математики MATLAB и его пакет расширения Fuzzy Logic Toolbox. Этот пакет поддерживает все стадии разработки нечетких систем: их синтез, исследование, проектирование и моделирование. Функции пакета реализуют большинство современных нечетких технологий, включая нечеткие логический вывод, кластеризацию и адаптивную нейро-нечеткую настройку.

Для проверки работоспособности разработанного программного обеспечения были заданы 5 различных наборов входных параметров, соответствующих различным реальным состояниям: отношение сигнал / шум – в пределах 0.1 – 10, длительность цуга колебания – от 0,5 до 5 периодов, разность начальных фаз на высотах, отстоящих друг от друга на 4,5 км – от 0 до π радиан и т.д. Показано, что программа принимает правильные решения о возможности обнаружения полезного сигнала и о наличии или отсутствии в нем волновых процессов.