

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

**Быковская Л.В., к.т.н., доцент, Чурикова Е.В.
Оренбургский государственный университет**

Моделирование и расчет электромагнитных полей, излучаемых различными устройствами, является актуальной задачей. Знание уровня напряженности электромагнитного поля (ЭМП) позволяет принять верное решение при проектировании объектов энергосистем и жилых зданий, исключить вредное воздействие излучения на живые организмы и электромагнитные устройства.

Изучаемые в курсе теоретических основ электротехники основные свойства и методы расчета ЭМП, предполагают качественное и количественное исследование ЭМП, встречающихся в электротехнических, радиоэлектронных и биомедицинских устройствах. Наиболее пригодными для решения этих задач считаются уравнения электродинамики в интегральной и дифференциальной формах. Математический аппарат теории электромагнитного поля (ТЭМП) базируется на теории скалярного поля, дифференциальном и интегральном исчислении, а также на векторном и тензорном анализе.

В настоящее время нечеткое моделирование является одним из наиболее перспективных направлений прикладных исследований в области принятия решений. Нечеткое моделирование оказывается особенно полезным, если в описании технических систем и процессов существует неопределенность, которая затрудняет или даже исключает применение точных количественных методов и подходов. Диапазон применения нечетких методов с каждым годом расширяется [1, 2].

Нечеткая логика служит основой для реализации методов нечеткого управления и точнее описывает характер человеческого мышления и ход его рассуждений, чем традиционные формально-логические системы.

Нечеткие множества — инструмент для исследований довольно непривычный, сравнительно новый.

Применим теорию нечетких множеств для оценки влияния электромагнитного поля. Используя программу FuzzyLogic, решим данную задачу. Пакет прикладных программ Fuzzy Logic относится к теории нечетких (размытых) множеств. В нем обеспечивается поддержка современных методов нечеткой кластеризации и адаптивных нечетких нейронных сетей. Графические средства пакета позволяют интерактивно отслеживать особенности поведения системы. Алгоритм Мамдани, заложенный в работу программы, работает по принципу «черного ящика»: на вход поступают количественные значения, на выходе получаются они же. На промежуточных этапах используется аппарат нечеткой логики и теория нечетких множеств. В этом и состоит основное преимущество использования нечетких систем. Можно оперировать

привычными числовыми данными, но при этом использовать гибкие возможности, которые предоставляют системы нечеткого вывода [2, 3].

Для оценки влияния электромагнитного поля зададим две входные переменные (электрическое и магнитное поле) и одну выходную (электромагнитное поле). Для каждой входной и выходной переменных даны по три термина. В свою очередь для каждого термина есть свой диапазон значений. Все эти данные задаем в программе. После того, как начальные данные готовы, необходимо задать правила. Изменяя диапазоны входных переменных, получаем результат в программе FuzzyLogic.

Переменные, термины и диапазоны представлены в таблице 1.

Реализация в программе представлена на рисунках 1-6.

Таблица 1- Переменные, термины и их диапазоны

Наименование переменной	Наименование термина	Диапазон
Электрическое поле (входная переменная)	Не вредное	0-1
	Предельное	1
	Вредное	1-2
Магнитное поле (входная переменная)	Не критическое	0-5
	Предельное	5
	Критическое	5-10
ЭМП (выходная переменная)	Не опасное	0-5
	Предельное	5
	Опасное	5-10

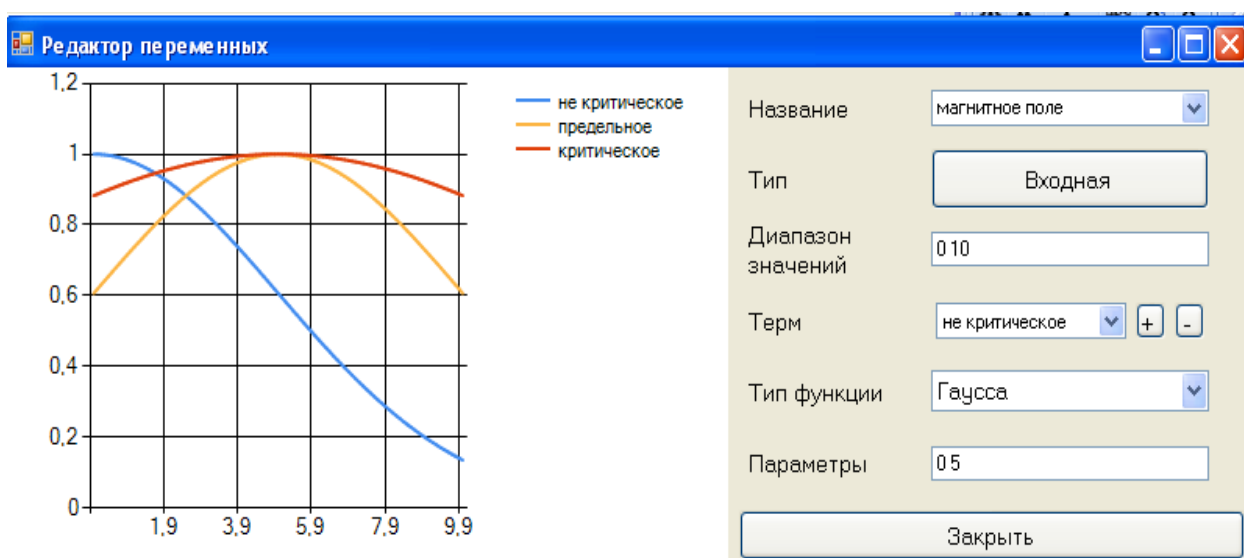


Рисунок 1 – Входная переменная (магнитное поле – не критическое)

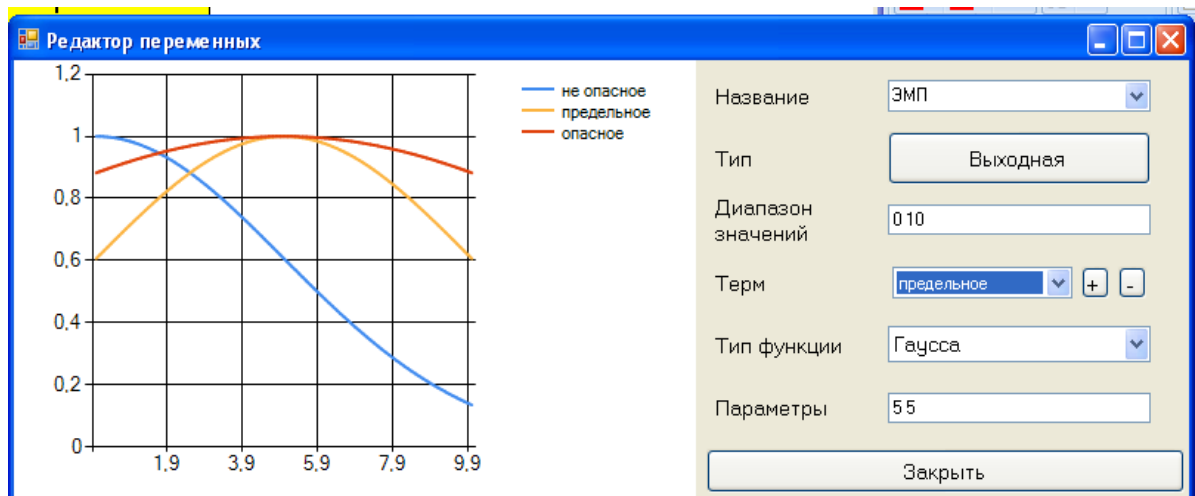


Рисунок 2 – Выходная переменная (ЭМП – предельное)

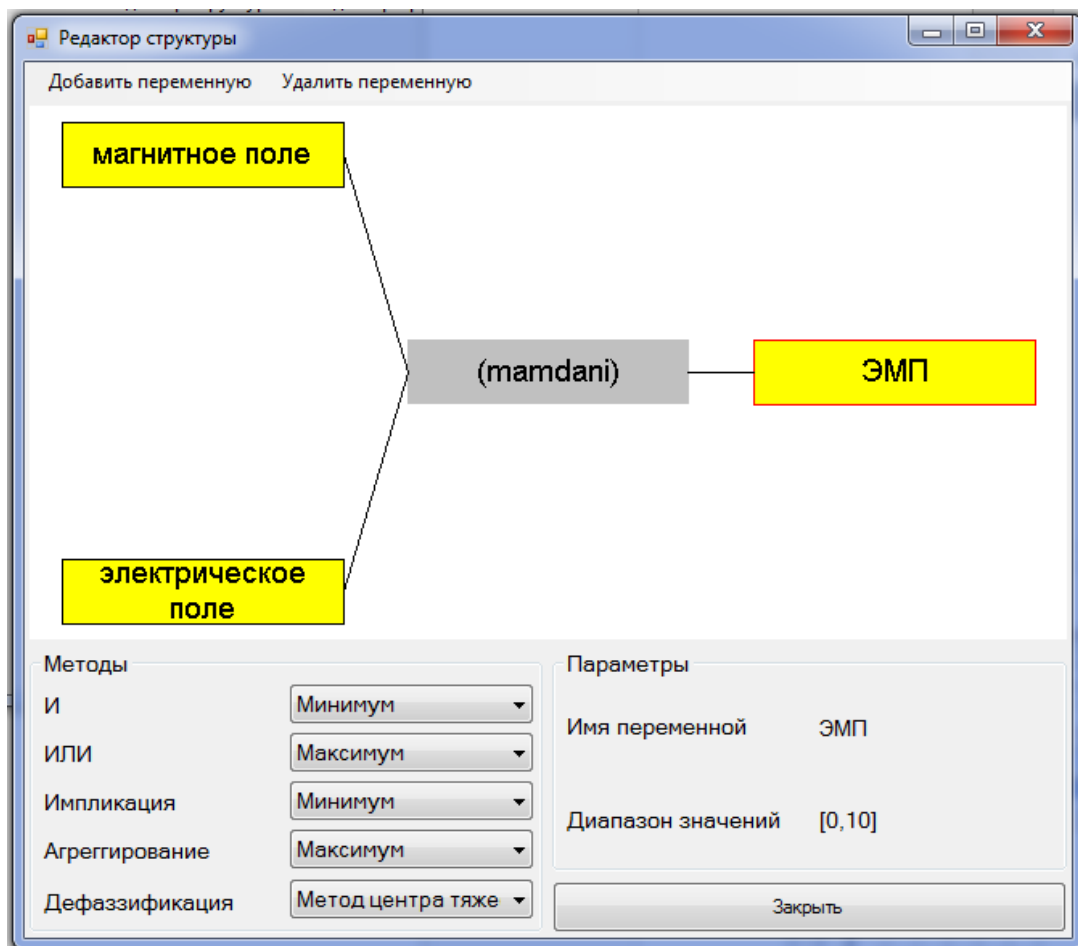


Рисунок 3 – Выходная и входные переменные

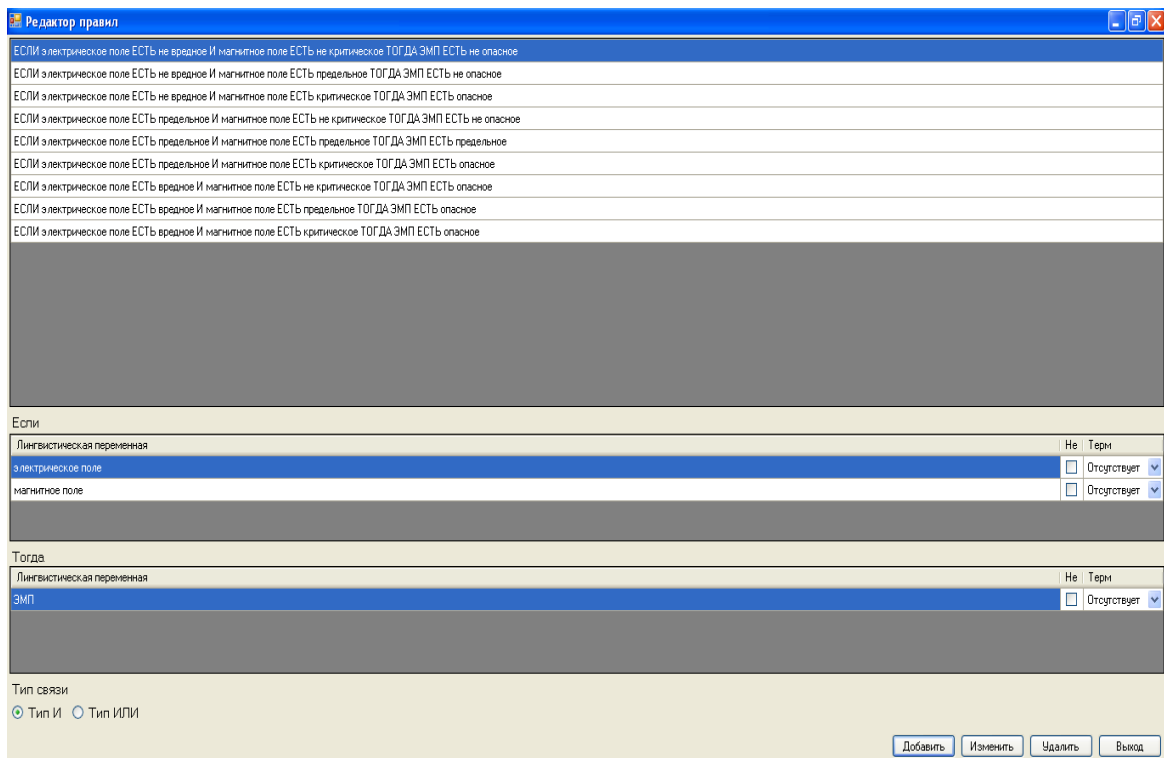


Рисунок 4 - Правила

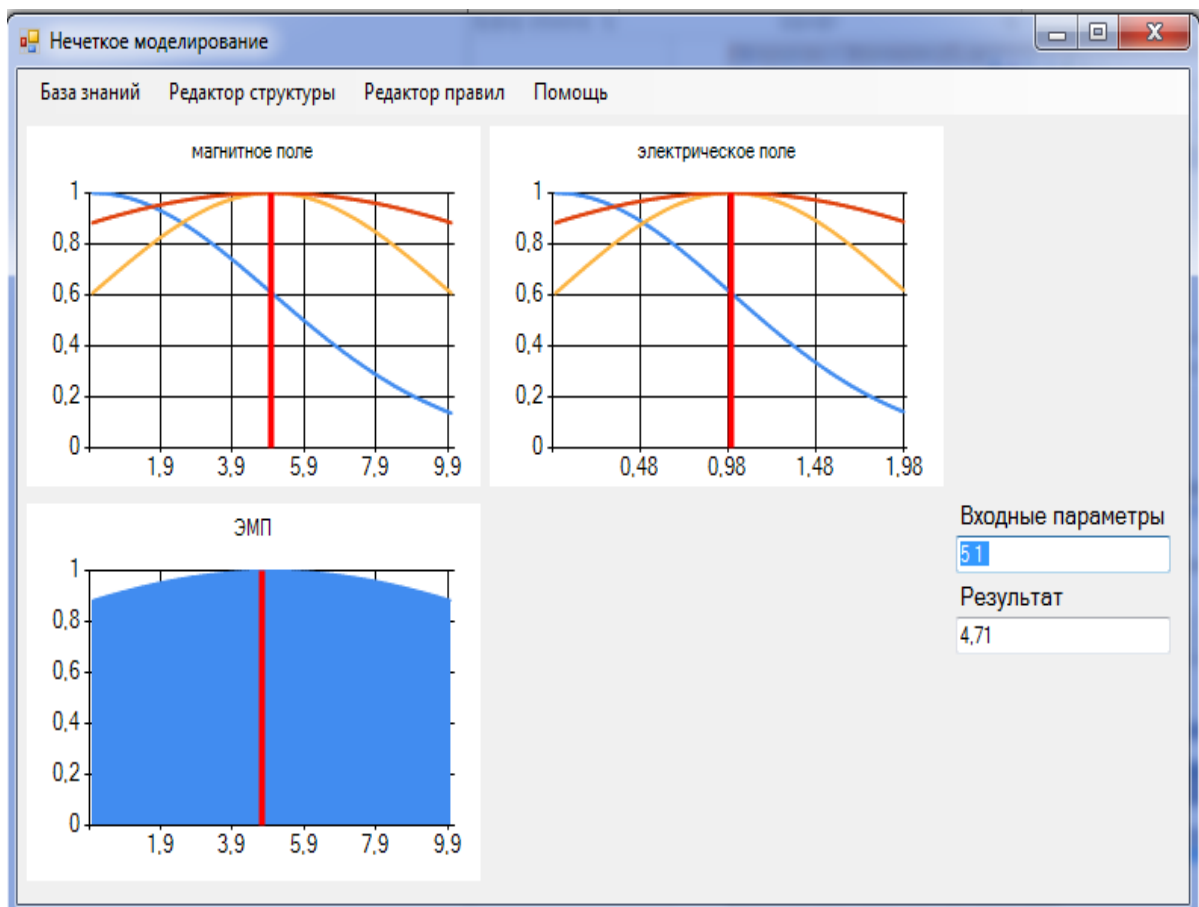


Рисунок 5 – Работа модели при предельных значениях электрического и магнитного полей

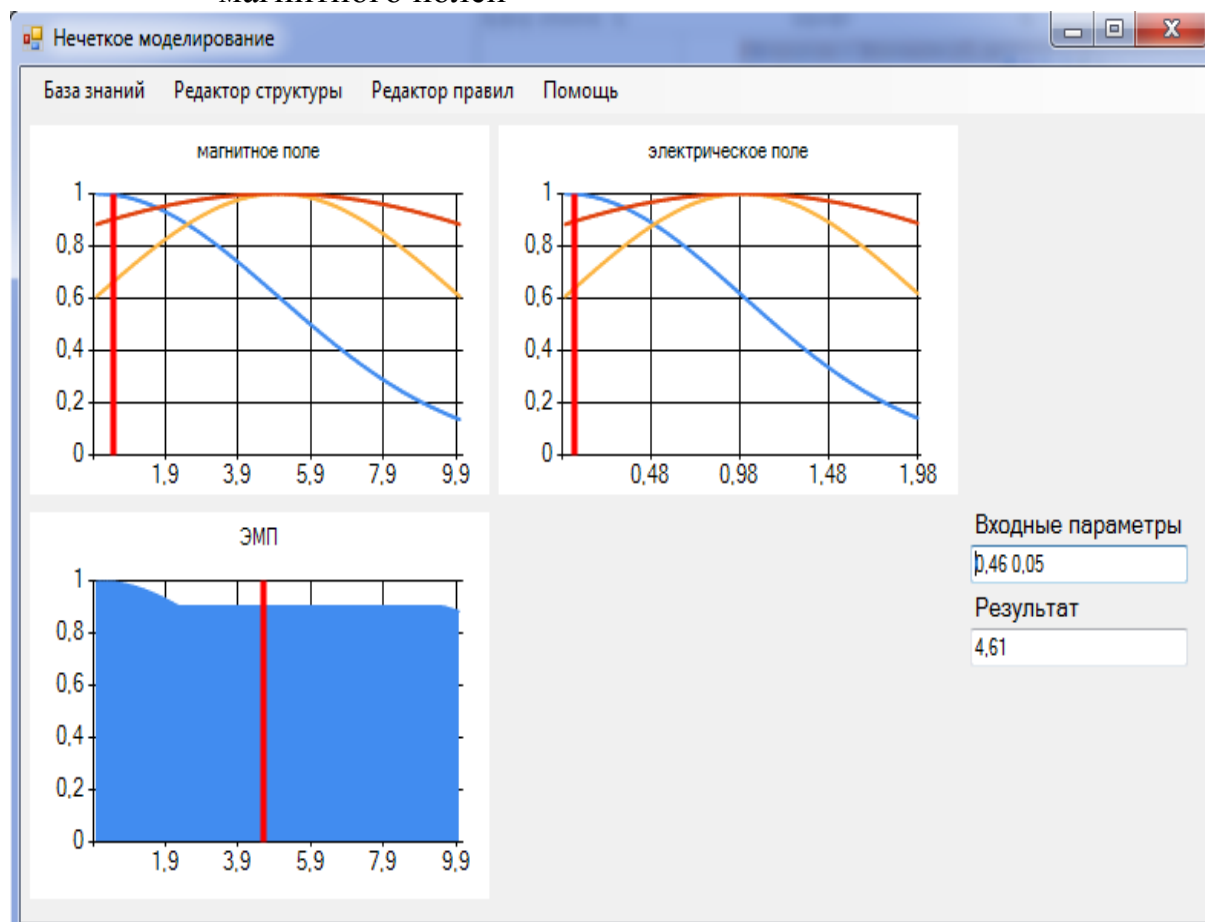


Рисунок 6 – Работа модели при не вредных и не критических значениях электрического и магнитного полей

Задавая значения входных параметров, можно определить воздействие ЭМП: в первом случае электромагнитное поле предельное, а во втором случае – не опасное (рисунок 5 и рисунок 6).

Таким образом, с помощью теории нечетких (размытых) множеств была произведена оценка влияния на человека электромагнитного поля, создаваемого ЛЭП 110 кВ. Подобный подход может быть применен к другим объектам исследования.

Список литературы

1. Леоненков, А.В. *Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH* / А.В. Леоненков. – СПб: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с. - ISBN 5-94157-087-2.
2. Штовба, С.Д. *Проектирование нечетких систем средствами MATLAB* / С.Д. Штовба. – М: Горячая линия–Телеком, 2007. – 288 с. - ISBN: 5-93517-359-X.

3. Семенова, Н.Г. *Модели и методы искусственного интеллекта в задачах электроэнергетики : Монография.* / Н.Г. Семенова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2016. – 188 с.