

4. Опалихина О.В. Исследование устойчивости замкнутой позиционной системы/О.В. Опалихина //Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем: сб. докл. научной сессии ГУАП (8–12 апр. 2019 г.). Санкт-Петербург: ГУАП, 2019. С. 70–77.

Сведения об авторе:

Ольга Викторовна Опалихина

Телефон: +7(981) 809-97-72. E-mail: sokosapsa@mail.ru.

Spin-code: 1355-3342.

Научные интересы: микромеханические датчики давления, вибродиагностика роторных систем, цифровая обработка механических колебаний.

УДК 378.147

С. Б. Патрушев

кандидат технических наук, доцент

Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ» (НГУЭУ), г. Новосибирск, Россия

РАСШИРЕНИЕ РАМОК МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ИНЖЕНЕРОВ

Аннотация. Актуальность широкого включения математических структур, таких как: вещественная интервальная арифметика и теория нечетких множеств, в программы подготовки инженеров объясняется необходимостью применения приближенных вычислений при проектировании технических объектов высокой или очень высокой размерности. Целью работы является демонстрация применения указанных математических структур при проектировании систем электроснабжения промышленных предприятий, требующих учета расчетных коэффициентов, представленных или интервалами, или нечеткими понятиями. Приводятся результаты использования данных методов приближенных вычислений в некоторых сферах инженерной деятельности.

Ключевые слова: проектирование систем электроснабжения; математика в инженерном образовании; интервальная арифметика; нечеткие множества; лингвистическая переменная.

DOI: 10.25206/2307-5430-2019-7-231-236

Способы решения современных проблем математического образования инженеров неразрывно связаны с идеями основателей философии техники Ф.

Рело, А. Ридлера, П.К. Энгельмейера, А.Н. Крылова, которые предприняли попытку взглянуть на технику, на подготовку профессиональных инженеров с философской точки зрения [2, с. 109-113]. Эти выдающиеся инженеры, механики, математики, кораблестроители в своих работах предсказали необходимость того, что главное внимание в технической теории должно быть направлено на разработку типовых способов решения инженерных задач, стандартных методик проведения инженерных расчетов как можно более простыми средствами.

Алоиз Ридлер и Алексей Николаевич Крылов высказали пророческие мысли о важности применения приближенных методов вычислений. Естественно предположить, что они отчетливо представляли о необходимости учета все возрастающей неопределенности, которая имеет место быть при проектировании современных сложных технических систем (рис. 1).



Рис. 1. Размерность системы и уровень неопределенности

На рисунке находит отражение представление о связи неопределенности и размерности проектируемой технической системы от очень низкой, практически исключая неопределенность и поэтому допускающей применение традиционных математических методов, до очень высокой, при которой необходимо применение иных математических методов.

К таким, относительно простым, математическим методам проведения инженерных расчетов можно отнести интервальные вычисления (вещественную интервальную арифметику) [1, с. 15–31] и теорию нечетких множеств, как способ проведения вычислений со словами [3, с. 6–32].

Средства интервальной арифметики и нечеткие множества, в данной работе, рассматриваются для решения задач проектирования систем электроснабжения (как проектируемых систем большой и очень большой размерности), где используются приближенные расчетные формулы с различными корректирующими коэффициентами, как интервальными, так и нечеткими числами.

Одной из причин необходимости расширения рамок математического образования инженеров является недостаточная подготовленность инженеров-проектировщиков применять приближенные методы расчетов, которые позволяют оперировать информацией интервального и лингвистического характера,

на стадии и технико-экономического обоснования проектов (где степень аппроксимации достаточно высокая) и при проектировании систем электроснабжения высоких уровней.

В поддержку актуальности преподавания в технических вузах интервального анализа и теории нечетких множеств можно процитировать следующее: «Уже три десятилетия среди авторитетных ученых и математиков все шире распространяется мысль, что двухвалентная аристотелева логика, возможно, является ахиллесовой пятой современной математики и физики. Их многовалентный вариант: размытая логика» [12, с. 280].

Мотивацией применения указанных методов к устранению большей доли неопределенности, не имеющей вероятностного характера, может служить также и справочник для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием и эксплуатацией электроустановок промышленных предприятий, в котором указывается необходимость использования, при отсутствии точных данных, приближенных формул [10, с. 84]. При этом, большинство расчетных коэффициентов, заданных интервалами, в расчетах заменяются просто их средними значениями, а не границами их возможных значений (рис. 2) [10, с. 37–66].

38		Электроснабжение и подстанции			Разд. 2
Продолжение табл. 2.2					
Электроприемники	Коэффициенты				
	$K_{\text{и}}$	$\cos \varphi$	$K_{\text{с}}$		
Доменный цех					
Вентиляторы	0,7–0,95	0,7–0,87	0,75–0,95		
Вращающиеся распределители, грохоты кокса и за- творы	0,035–0,12	0,5–0,7	0,04–0,15		
Разливочные машины	0,3	0,6	0,35		
Бегуны, газоочистка	0,7	0,65–0,7	0,75		
Воздуонагреватели	0,5	0,82	0,6		
Краны рудного двора и грейферные	0,35	0,7	0,5		

Рис. 2. Расчетные коэффициенты электрических нагрузок

Расчеты цеховых нагрузок на всех ступенях до цеховых трансформаторных подстанций включительно проводятся по расчетным коэффициентам (как множителям): коэффициенту использования, коэффициенту активной мощности и коэффициенту спроса, и в случае их интервального значения, логично использовать формулы для выполнения операций над замкнутыми интервалами [1, с. 15–16]. Использование расчетных коэффициентов электрических нагрузок в интервальной форме не представляется затруднительным, тем более что интервалы не содержат ноль.

Для определения электрических нагрузок на III уровне электроснабжения требуется введение дополнительного коэффициента λ [10, с. 52], для которого даны только верхние границы, причем представленными интервалами (рис. 3).

Таблица 2.9. Верхние граничные значения коэффициента λ .

Цехи, отделения, производства	При одной смене	При двух сменах	При трех сменах
Инструментальные цехи: режущего, вспомогательного инструмента и приспособлений при числе станков:			
до 16	0,58–0,6	0,54–0,59	0,53–0,58
25	0,63–0,65	0,58–0,64	0,57–0,63
40	0,67–0,7	0,63–0,69	0,62–0,68
63	0,72–0,75	0,67–0,73	0,66–0,73
выше 100	0,77–0,8	0,72–0,78	0,7 – 0,78

Рис. 3. Верхние граничные значения коэффициента λ

Для определения нижних граничных значений $\lambda = [0.7, 0.78]$ возможно представить его нечетким числом, например «немного меньше 0.7», а все возможные значения коэффициента представить лингвистической переменной COEFFICIENT (рис. 4) с помощью программы [4].

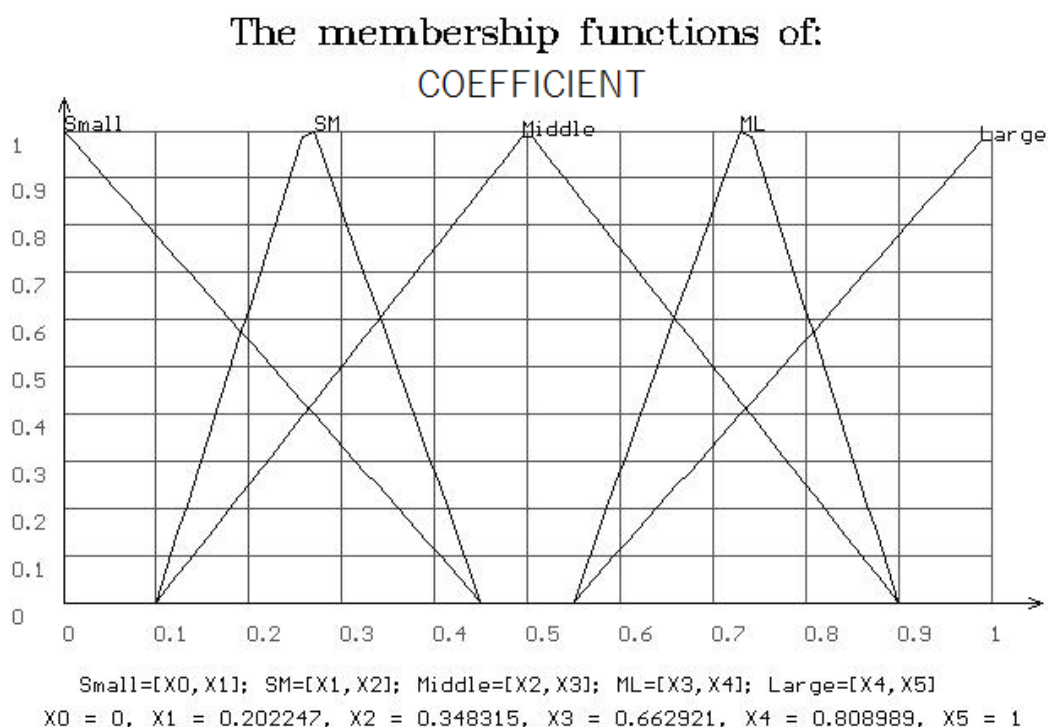


Рис. 4. Значения лингвистической переменной

Нечеткий вывод выполнен по значению лингвистической переменной ML (Not Middle and not Large) и нечеткому факту COEF is LESS 0.7 («немного меньше 0.7») (рис. 5). В соответствии с выводом, граничные значения коэффициента λ будут приблизительно равны интервалу $[0.62; 0.78]$.

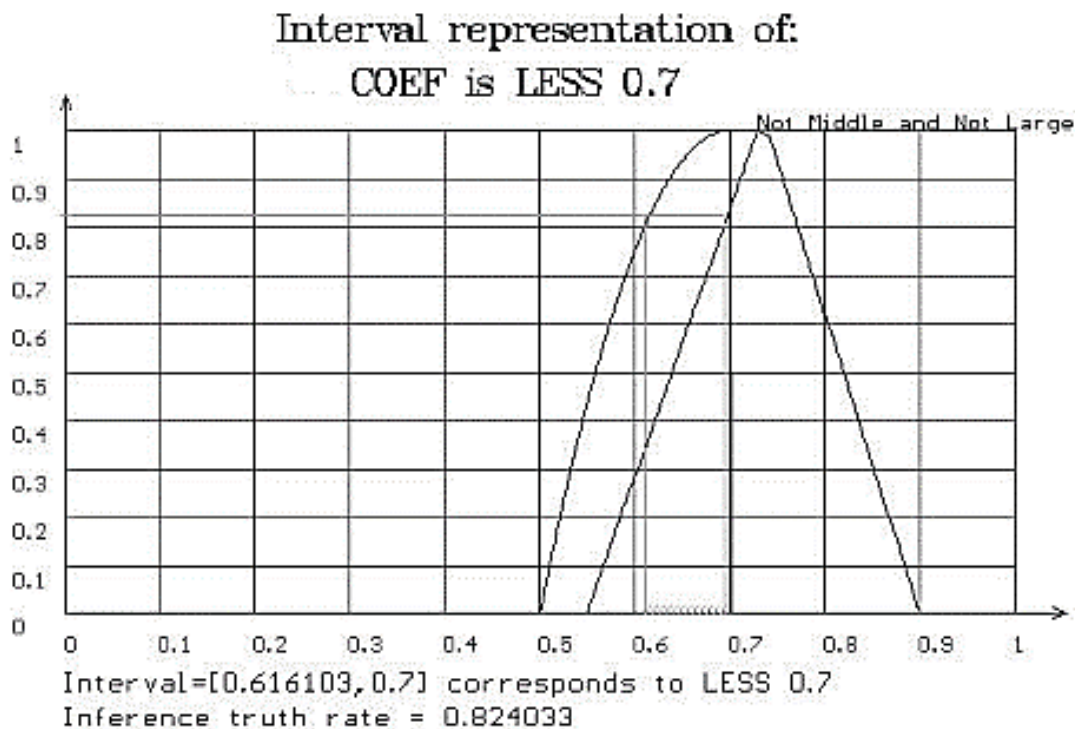


Рис. 5. Нечеткий вывод

Для лучшего понимания важности целей, тем и направлений настоящей конференции, приведем цитату: «Немецкий инженер А. Ридлер еще в начале XX столетия подчеркивал, что "точное" решение задачи, конечно, является наилучшим, но только если оно соответствует всем практическим условиям данного случая. ... Эту особенность применения математики в инженерном деле отмечал еще создатель теории корабля академик А. Н. Крылов. Он критиковал тот суеверный страх перед приближенными вычислениями, который прививается в высших учебных заведениях будущим инженерам.» [11, с. 166].

О широких возможностях применения интервальных вычислений и теории нечетких множеств для инженерных расчетов, а также и с некоторыми из приложений можно ознакомиться в работах [5, 6, 7, 8, 9].

Благодарности: автор благодарен д.т.н., проф. В.З. Манусову (НГТУ), д.ф.-м.н. С.П. Шарому (ИВТ СО РАН), тем замечательным людям и большим специалистам, кто познакомил меня, как практика-проектировщика систем электроснабжения, с теорией нечетких множеств и интервальной арифметикой.

Библиографический список

1. Алефельд Г., Херцбергер Ю. Введение в интервальные вычисления / Пер. с англ. М.: Мир, 1987. 360 с.
2. Берляев В.П. Концептуальные основы возникновения философии науки // Научный вестник МГТУ ГА. 2007. № 113. URL: <https://ciberleninka.ru/article> (Дата обращения: 17.09.2019).

3. Борисов Н.А., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В. и др. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. М.: Радио и связь, 1989. 304 с.
4. Манусов В.З., Патрушев С.Б. Экспертная система для автоматизации процесса поиска нечетко определенной информации в базах данных реляционного типа. Новосибирск. ЦНТИ. Инф. лист. № 590-94. Серия Р 50.51.15. 1994.
5. Новиков Н.Л., Патрушев С.Б. О соответствии методов и средств обработки неопределенности характеру и уровню развития систем энергетики // Научный вестник НГТУ. 2005. № 2 (20). С. 135–147.
6. Патрушев С.Б., Постовалов С.Н. Прогнозирование скользящего обменного курса рубля // Тр. междунар. семинара «Мягкие вычисления» (3-6 октября 1996 г. Казань). Казань, 1996. С. 154–157.
7. Патрушев С.Б. Повышение точности интервальных оценок отклонений напряжения в электрических сетях общего назначения // Вычислительные технологии. 1997. Т. 2. № 1. С. 45–51.
8. Патрушев С.Б. Закон соответствия методов и средств обработки неопределенности характеру и уровню развития электроэнергетической структуры // Информационные и математические технологии в науке, технике и образовании. ИСЭМ СО РАН. Иркутск. 2005. С. 221–229.
9. Патрушев С.Б. Нормативно-правовой аспект экологических проблем при формировании межгосударственной энергетической структуры // Омский научный вестник. 2006. № 9 (46). С. 132–136.
10. Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. Ю. Г. Барыбина и др. М.: Энергоатомиздат. 1990. 576 с.
11. Степин В.С., Горохов В.Г., Розов М.А. Философия науки и техники. URL: http://www.zipsites.ru/books/fil_nauki_i_tekhn/ (Дата обращения 18.09.2019).
12. Стернс Л., Стернс Т. Изучи сам Visual FoxPro 3.0 сегодня. Мн.: Попурри. 1997. 480 с.

Сведения об авторе:

Сергей Борисович Патрушев

Служебный адрес: г. Новосибирск, Каменская ул., 56.

E-mail: patrushevs@yandex.ru. Spin-code: 2403-8353.

Научные интересы автора: проблемы оценки качества знаний, формы промежуточной аттестации; НИРС.