

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕК- ТРОУСТАНОВОК В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

С.Ф. Нефедов

Сформулированы требования к структуре программного обеспечения, реализующего оценку эффективности системы безопасности электроустановок в условиях неопределенности части исходных данных.

Ключевые слова: безопасность электроустановок, системы безопасности, оценка эффективности, неопределенность исходных данных, программное обеспечение.

В настоящее время в АлтГТУ им. И.И. Ползунова разработаны методы и средства, позволяющие решать задачи оценки эффективности и выбора оптимальных систем безопасности электроустановок (СБЭ) на объектах АПК [1]. Методы включают математические модели, описывающие процесс функционирования системы “электроустановка” - “СБЭ” - “объект защиты”. В результате моделирования определяются показатели, учитывающие “остаточную” опасность электропоражений и электропожаров на объекте.

Математические модели имеют алгоритмическую форму, предопределяемую иерархией системы электроснабжения объекта. Большая часть уровней моделирующего алгоритма содержат формулы, на основе которых осуществляется подсчет вероятностей различных событий на основе вероятностей “элементарных” событий. Значения последних либо вводятся, либо предварительно подсчитываются на более низких уровнях алгоритма. В качестве средств реализации методов выступает информационно-программное обеспечение.

Внедрение разработанных методов и средств сдерживается рядом обстоятельств, одним из которых является сложность информационного обеспечения расчетов [2]. Одним из путей решения возникшей проблемы является разработка методов и средств проектирования СБЭ электроустановок, учитывающих неопределенность исходной информации.

В настоящее время выполнен анализ характера неопределенности факторов, фигурирующих в математических моделях, описывающих процесс функционирования описанной выше трехкомпонентной системы [3]. По результатам анализа принято решение о том, что часть неопределенных факторов целесообразно описывать с помощью нечетких

чисел, а часть – с помощью интервалов неопределенности.

При разработке программного обеспечения (ПО) оценки эффективности систем безопасности электроустановок в условиях неопределенности необходимо одновременное решение двух задач: 1) задачи программной реализации соответствующего метода, учитывающего неопределенность данных, и 2) задачи максимально возможного использования имеющегося ПО, учитывающего только определенные исходные данные.

В рамках решения второй задачи следует отметить, что в АлтГТУ с начала 90-х годов непрерывно ведутся работы по созданию и совершенствованию ПО для решения различных задач обеспечения безопасности электроустановок (программы АРИАС, “СКБЭоптим”, “СКЭД-380”).

Характеристика и идеология построения программного обеспечения решения задач теории обеспечения безопасности электроустановок в АлтГТУ по состоянию на 2004 г. была дана в [4]. В настоящее время разработана и проходит процедуру регистрации комплексная программа расчета электробезопасности в электроустановках зданий “Электробезопасность 380/220”.

Таким образом, к настоящему времени создано достаточно многочисленное семейство программ для решения задач в сфере безопасности электроустановок. В рамках этого семейства особое значение имеют программы, осуществляющие расчет эффективности СБЭ на объекте.

Оценку эффективности рассматриваемых систем с использованием нечетких чисел в аспекте электробезопасности (при косвенном контакте) целесообразно выполнять при нечетком описании двух групп данных: вероятностей однофазных замыканий на корпус (вероятностям появления напряжения на от-

крытых проводящих частях электроустановок) и вероятностей отказа аппаратов защиты (АЗ). При прямом контакте целесообразно описывать вероятности касаний человеком токоведущих частей электроустановок.

При рассмотрении аспекта пожарной безопасности в эту группу целесообразно включать вероятности коротких замыканий на участках сети.

Технология использования нечетких чисел предполагает выполнение серии расчетов показателей эффективности для заданного варианта СБЭ. Расчеты выполняются для двух границ интервалов достоверности нечеткого числа для каждого уровня достоверности. Такие точки определяются по треугольной функции принадлежности [5]. (При выполнении расчетов все данные, за исключением тех, для которых учитывается неопределенность, берутся из базы данных, заполненной в результате работы первой программы).

В качестве показателей эффективности СБЭ могут рассматриваться как "индивидуальные" показатели (отнесенные к каждому человеку), так и интегральные показатели по объекту (например, среднюю вероятность электропоражения). Итоги вычислений с использованием треугольных нечетких чисел будут также описываться с помощью нечетких чисел (например, нечеткой средней вероятностью электропоражения).

Сформулируем ряд требований, которым должна удовлетворять программа, реализующая технологию использования математического аппарата нечетких чисел.

Общим требованием к такой программе является ее максимально возможная связь с имеющейся программой оценки эффективности СБЭ на объекте, которую целесообразно трактовать как программу оценки эффективности СБЭ на объекте в условиях определенности (ПОЭУО).

Из необходимости реализации серии вычислений для учета неопределенности, (предусматриваемой технологией использования нечетких чисел) следует, что в такой программе должны максимально использоваться компоненты ПОЭУО (в первую очередь, компоненты программы "Электробезопасность 380/220").

Такое использование целесообразно также и потому, что остальные (точные, не задаваемые в виде нечетких чисел) исходные данные и вычисляемые данные, получаемые на других этапах расчетов, для данного варианта СБЭ остаются неизменными.

Для обеспечения работы с неизменными величинами программа должна использовать специальную базу данных, формируемую на основе вычисляемых данных и части вводимых данных в программе ПОЭУО.

Выполнение всех указанных требований возможно при организации двухэтапной технологии расчетов, предусматривающей использование двух программ, связанных единой базой данных (рисунок 1).

На первом этапе с помощью ПОЭУО должен быть выполнен предварительный ("опорный") расчет эффективности определенной СБЭ. Применительно к неопределенным исходным данным он должен выполняться для наиболее ожидаемых значений треугольных чисел или для средних значений неопределенных "интервальных" величин.

В процессе работы такой программы часть вводимых данных и все вычисляемые данные заносятся в файлы специальной базы данных. Далее эти данные используются второй программой в качестве исходных. Таким образом, передача данных от первой ко второй программе осуществляется через две транзитных базы данных. Первая из них содержит вычисляемые данные и часть вводимых данных, другая – результаты вычисления показателей эффективности заданного варианта СБЭ.

С помощью второй программы реализуется основная часть расчетов эффективности СБЭ в условиях неопределенности. Будем использовать для обозначения такой программы аббревиатуру ПОЭУН.

В начале работы такой программы должен быть указан вид данных, учитываемых как неопределенные. После этого в пределах вида должны быть заданы параметры неопределенности.

Так, для каждого треугольного нечеткого числа должны быть заданы их левая и правая границы. При оценке эффективности СБЭ в аспекте электробезопасности (для косвенного прикосновения) должна быть предусмотрена возможность ввода нечетких компонент векторов вероятностей замыканий на корпус или векторов вероятностей отказа АЗ.

Далее в программе при использовании нечетких чисел должна быть выполнена серия расчетов на базе вычисленных значений границ интервалов достоверности (левой и правой) для каждого принятого уровня достоверности. Арифметические операции выполняются в соответствии с блоками алгоритма по правилам алгебры нечетких чисел.

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

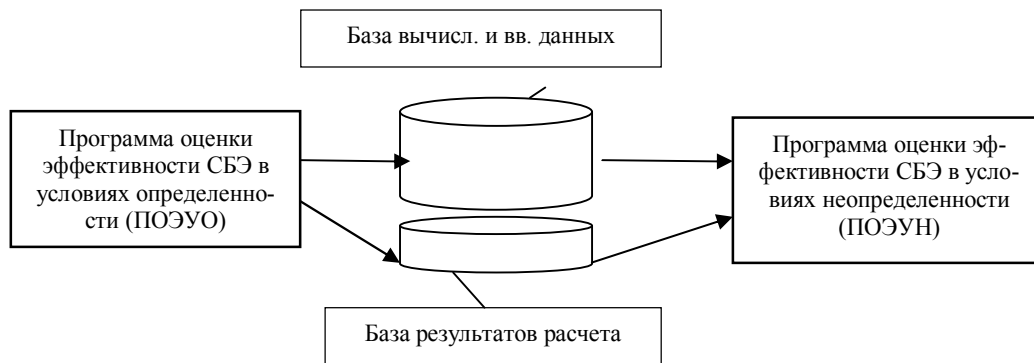


Рисунок 1 - Схема взаимодействия программ ПОЭУО и ПОЭУН

Результаты расчетов группируются по каждому человеку в отдельном файле «индивидуальных показателей» эффективности. Файл дополняется (для единичного уровня достоверности) значениями показателей, подсчитанными в первой программе.

На основе рассматриваемого файла далее подсчитываются нечеткие значения интегральных показателей эффективности.

Часть исходных данных, рассматриваемых как неопределенные, имеют «интервальный» характер. К ним относятся защитные характеристики аппаратов защиты, имеющие «разброс» по времени срабатывания. В базах данных современных ПОЭУО предусмотрено задание «граничных» характеристик, что (при известном значении тока КЗ через АЗ) соответствует заданию границ интервалов изменения времени срабатывания АЗ.

Для учета такого вида неопределенности предлагается следующая технология. В первой программе целесообразно вычислить эффективность СБЭ по «средней» характеристике. Во второй программе целесообразно выполнить расчеты, отвечающим другим сочетаниям «нижняя характеристика» — «верхняя характеристика» для АЗ. Для задания таких сочетаний должен быть осуществлен ввод требуемых вариантов интервальной неопределенности. В наиболее «простом» варианте неопределенности, одинаковой для всех АЗ, будет достаточно выполнить два расчета (для «нижней» и для «верхней» характеристик).

В программе ПОЭУН должен быть организован вывод результатов расчетов при использовании «интервальных» неопределенных величин.

По такому же принципу может быть реализован учет неопределенности характеристик пережога при учете аспекта пожаробезопасности СБЭ.

Таким образом, все итоги расчетов эффективности СБЭ с учетом неопределенности исходных данных будут сконцентрированы во второй программе.

В результате выполненных работ сформирована рациональная технология организации программного обеспечения оценки эффективности систем безопасности электроустановок в условиях неопределенности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Системы безопасности электроустановок зданий [Текст] / О.К. Никольский, А.А. Сошников, О.Н. Дробязко, В.С. Германенко, Л.В. Тен, А.Л. Тен, Э.Ф. Аунапу, Г.Н. Москаленко // Правила устройства, эксплуатация и безопасность электроустановок: Нормативно-техн. сб. — Барнаул, 2004. — 840 с.
2. Нефедов, С.Ф. Построение оптимальных систем безопасности электроустановок зданий с учетом степени неопределенности исходной информации [Текст] / С.Ф. Нефедов, О.Н. Дробязко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. -2009.-№ 5.-С. 6-7.
3. Сошников, А.А. Перспективы использования методов оценки эффективности и оптимального выбора систем безопасности электроустановок на объектах АПК [Текст] / А.А. Сошников, О.Н. Дробязко, С.Ф. Нефедов // Вестник Алтайского научного центра Сибирской академии наук высшей школы, -2009.-№ 9.-С. 82-85.
4. Дробязко, О.Н. Идеология построения программного обеспечения решения задач теории систем безопасности электроустановок АПК [Текст] / О.Н. Дробязко, С.С. Гусельников, В.С. Германенко // Ползуновский альманах.-2004.-№1.-С. 153-158.
5. Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств [Текст] /А. Кофман. - М.: Радио и связь.- 1982.

Нефедов С.Ф., аспирант кафедры «САПР» АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел. 8-961-991-1019