

На правах рукописи

ТОЛИБОВ БАХТИЁР НАЗРИЕВИЧ

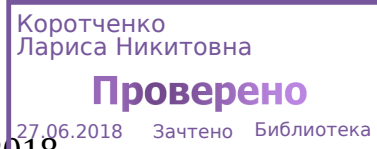
**РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СИСТЕМЫ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ПОТЕРЬ**

Направление 27.04.04 – «Управление в технических системах»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени

магистра техники и технологии



Комсомольск-на-Амуре – 2018

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы- Использование интеллектуальной технологии при реализации нечеткого прогнозирующего модуля для модернизации электрических сетей низкого напряжения и сокращении потерь электрической энергии в них.

Целью работы - Модернизация электрических сетей низкого напряжения с целью минимизация потерь электрической энергии применением интеллектуального подхода при их проектировании и реконструкции.

Основные задачи магистерской диссертации - Синтез структуры интеллектуального прогнозирующего модуля с целью выработки управленческих решений при модернизации и расчете потерь электрической энергии в сетях низкого напряжения.

Характеристика объекта и предмета исследования Решение задачи прогнозирования и управления сложным распределенным объектом по средством интеллектуальных процедур и алгоритмов нечеткого вывода

Характеристика методологического аппарата - При исследовании используются основные положения теории автоматического регулирования, а также методы и алгоритмы, основанные на нечетком подходе.

Научная новизна магистерской диссертации - Разработка модели интеллектуального модуля, основанного на элементах мягких вычислений, для расчета основных параметров электрических сетей с целью модернизации и минимизации потерь в них.

Практическая ценность магистерской диссертации - Реализация нечеткого модуля для расчета и прогнозирования параметров электрических сетей НН.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, показана научная новизна, практическая ценность.

В первой главе приведен анализ технологического процесса, описаны процессы, протекающие в электрических сетях низкого напряжения, описаны назначение и основные элементы в таких сетях. Рассмотрена классификация основных факторов влияющих на величине потерь электрической энергии в сетях низкого напряжения и выделены качественные и количественные параметры. Представлены требования, предъявляемые при модернизации и проектировании электрических сетей низкого напряжения. Проведен анализ основных методов по расчету потерь электрической энергии в таких сетях, отмечены наиболее эффективные и распространенные подходы. Кроме того, рассмотрены возможности и предпосылки к применению интеллектуальных подходов для реализации систем прогнозирования при модернизации и расчете потерь электрической энергии в сетях НН.

Во второй главе приведен обзор основных положений теории нечетких множеств, представлены понятия и определения: нечеткого множества, нечеткой переменной, лингвистической переменной, алгоритма нечеткого логического вывода, методов приведения к четкости и функции принадлежности.

В третьей главе предоставлена модель прогнозирующего модуля с применением теории нечетких множеств, которая позволяют реализовать интеллектуальный подход при решении задачи прогнозирования и модернизации электрических сетей уровня напряжения 0,4 кВ с целью снижения потерь электрической энергии, передаваемой по этим сетям. На

рисунке 1 представлена модель такой интеллектуальной системы, в состав которой включены нечеткий управляющий модуль, СУБД содержащая технические данные по сетям, и блок сопряжения и передачи данных от СУБД в нечеткий регулятор.

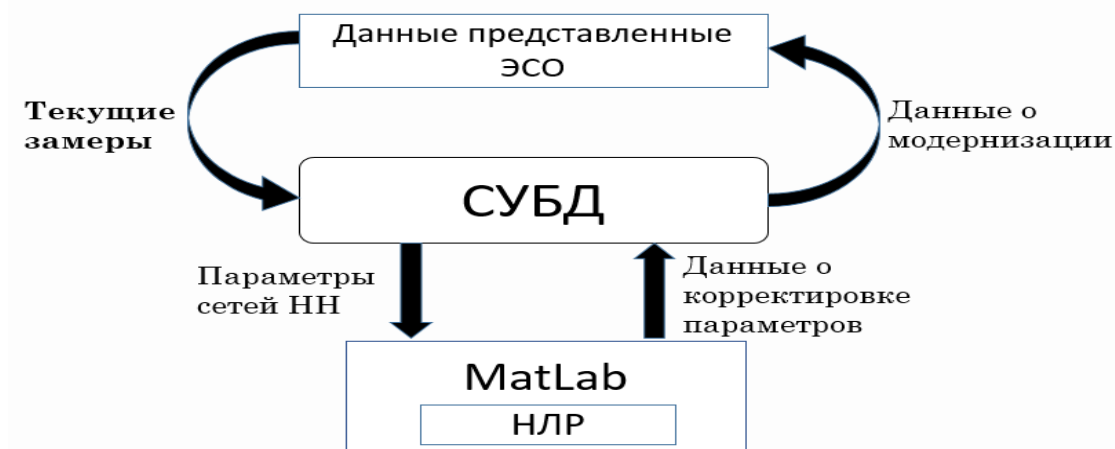


Рисунок 1 - Функциональная схема интеллектуальной прогнозирующей системы

Представленная функциональная схема интеллектуальной системы, позволяющей выявлять участки электрических сетей, подлежащих модернизации с целью снижения технологических потерь электрической энергии. Исходные данные о замерах представляемые ЭСО, передаются в обработку СУБД для расчета потерь электрической энергии и соблюдения необходимого формата при их трансляции в язык инженерных вычислений Mat Lab. Используя стандартную процедуру данные обработанные СУБД передаются в рабочую область, а затем считываются нечетким модулем. Нечеткий регулятор на основании внутренней информации производит коррекцию основных параметров электрических сетей уровня напряжения НН. Затем эти данные возвращаются в СУБД для пересчета величины потерь и понятия ранения на модернизацию определенных участков со стороны ЭСО.

Ядром предлагаемой интеллектуальной системы будет являться нечеткий логический регулятор с алгоритмом вывода Мамдани представленный на Рисунке 2.

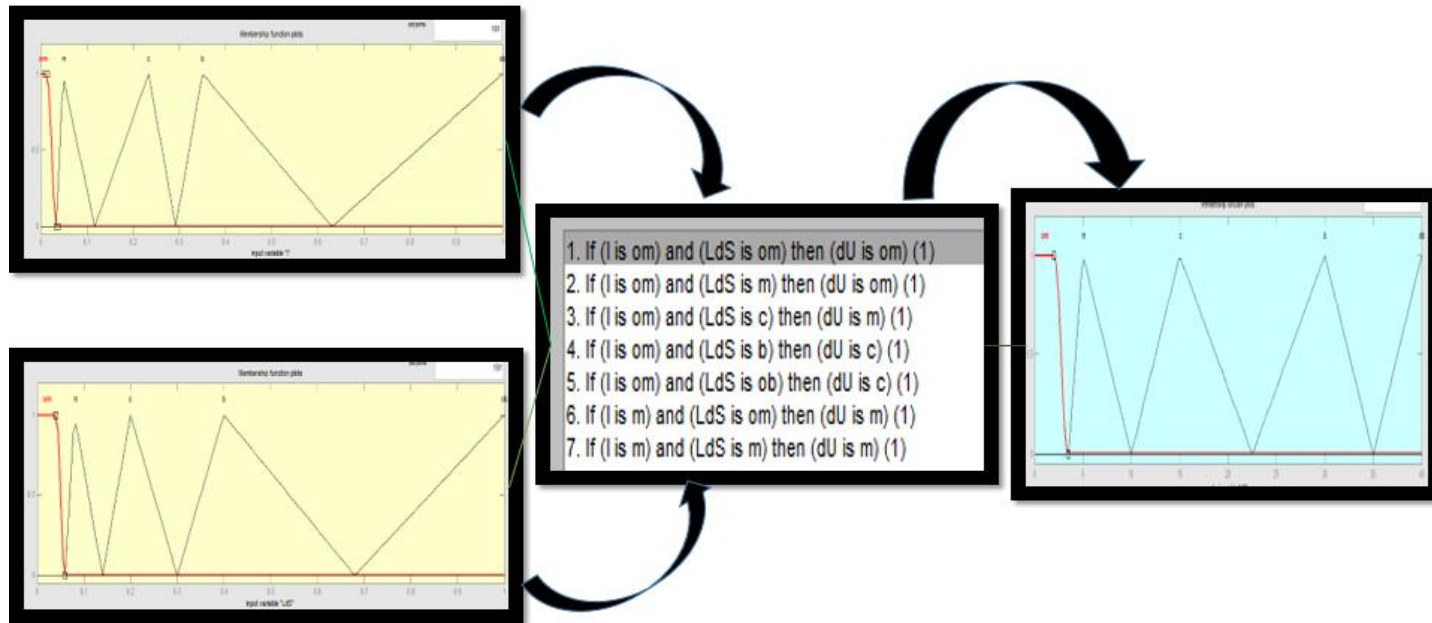


Рисунок 2 – Функциональная схема нечеткого прогнозирующего модуля

На вход нечеткой системы приходит информация о значениях основных параметров электрической сети низкого напряжения полученная от ЭСО, которая формализуется двумя лингвистическими переменными.

Лингвистическая переменная «I» формализует такие понятия как замеры тока в соответствующей магистральной линии электрической сети, описывается пятью нечеткими термами треугольного вида в заданном диапазоне регулирования.

Второму входу нечеткого прогнозирующего модуля соответствует лингвистическая переменная «LdS», которая формализует параметр поперечного сечения проводов выбранной магистральной линии

электрической сети и имеет аналогичный набор характеристик в соответствующем диапазоне изменения величины.

Выход нечеткой системы описывается лингвистической переменной «dU» соответствующей величине потерь электрической энергии на заданном участке электрических сетей НН.

База знаний нечеткой прогнозирующей системы будет состоять из 25 нечетких продукционных правил. Фрагмент такой базы представлен на рисунке 2 в средней части. Проверка представленного набора правил на полноту и непротиворечивость проводилась с применением стандартных методик.

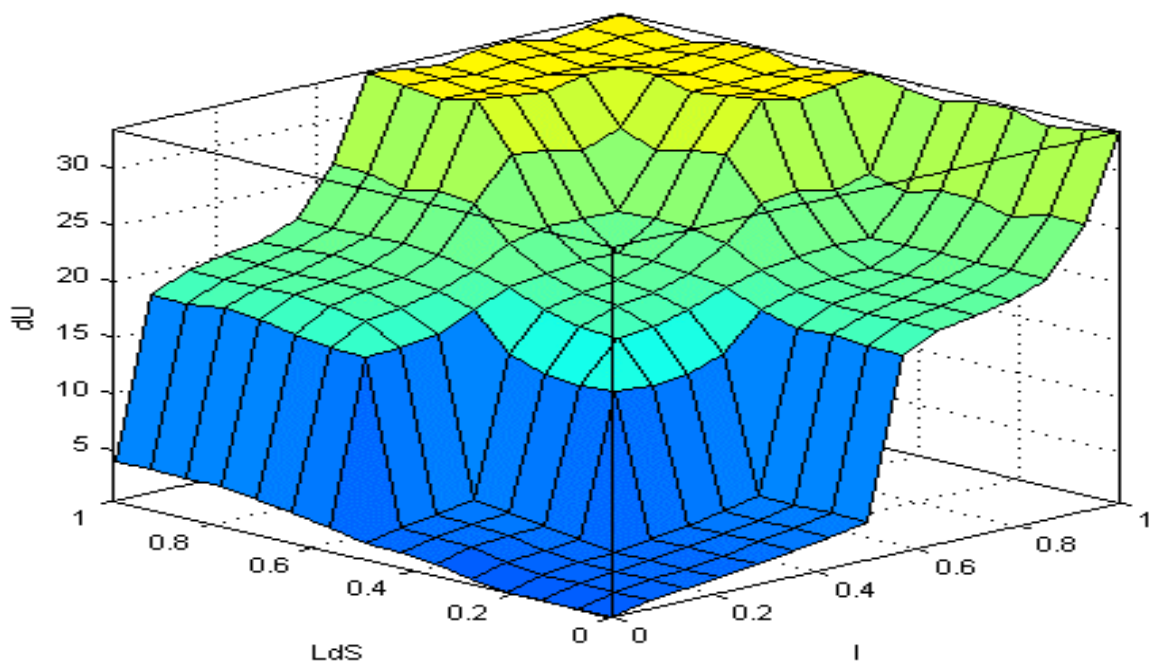


Рисунок 3 – Поверхность вывода.

Рисунок 3 иллюстрирует поверхность определяющую направление вывода нечеткого модуля с учетом замеров основных параметров электрических сетей уровня напряжения НН: длин линий, сечений проводов в этих линиях и замеров падений напряжения в конце магистрали.

Построенная с использованием интеллектуального подхода прогнозирующая система позволяет определить магистральные линии в электрических сетях низкого напряжения, параметры которых оказывают существенное влияние на величину потерь электрической энергии. Кроме того, такой подход определяет диапазоны изменения основных параметров, направленных на сокращение величины этих потерь, а также передачу скорректированной информации в СУБД для дальнейшего анализа. Представленная нечеткая прогнозирующая система может быть при необходимости расширена путем увеличения количества входных лингвистических переменных, формализующих необходимое число параметров электрических сетей низкого напряжения, но вместе с тем и повлечет усложнение нечеткой базы знаний представленного модуля.

Четвертая глава посвящена описанию энергоснабжающей организации, представлено основное технологическое оборудование, а также предоставленные технические данные.

Представлено описание дополнительных программных модулей направленных на решение задач по расчету потерь электрической энергии в сетях низкого напряжения представленной энергоснабжающей организации, а также фрагмент СУБД, содержащей всю эту информацию.

Подстанция	Фидер	Тип-КЛ	Тип-ВЛ	L-КЛ- 380. м	L-ВЛ- 380. м
Малышево (ТП-1)	Гаражная	АВВГ-50	АС-35	17	4227
	Ключевая	АВВГ-95	АС-25	17	700
	Первомайская	АВВГ-95	АС-35	17	4762
	“Хабводстрой”		АС-35		1110

Мирный (ТП-251)	ГАИ		АС-25		555
	Д/Ф		АС-35		222
	Котельная		АС-35		333
	Магазин		АС-25		111
Осиновая речка (КТПН-0173)	Ф-1		АС-25		111
	Ф-2		АС-35		111
	Ф-3		АС-35		1277
	Ф-4		АС-25		611
	Ф-5		АС-35		1332

Рисунок 4- Фрагмент СУБД, содержащей информацию,
предоставленную ЭСО

В таблицах 1,2 представлен результат работы интеллектуальной системы, функциональная схема которой представлена на рисунке 2

Фрагмент таблиц

Подстанция	Фидер	Тип-КЛ	Тип-ВЛ	L-КЛ- 380.м	L-ВЛ- 380.м
Малышево (ТП-1)	Гаражная	АВВГ-70	АС-35	15	3808
	Ключевая	АВВГ-95	АС-25	15	630
	Первомайская	АВВГ-70	АС-35	15	4290
	“Хабводстрой”		АС-35		1000

Мирный (ТП-251)	ГАИ		АС-25		500
	Д/Ф		АС-35		200
	Котельная		АС-35		300
	Магазин		АС-25		100
Осиновая речка (КТПН-0173)	Ф-1		АС-25		100
	Ф-2		АС-35		100
	Ф-3		АС-35		1150
	Ф-4		АС-25		550
	Ф-5		АС-35		1200

Анализ представленных таблиц позволяет сделать вывод о том, что применение интеллектуальной прогнозирующей системы даже с ограниченным набором данных позволяет сократить потери электрической энергии в результате выполнения рекомендаций по модернизации электрических сетей на 2,89%:

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Представленный в диссертационной работе анализ методов по расчету потерь электрической энергии в сетях низкого напряжения позволил определить основные направления решения такой многофакторной задачи как модернизация такого сложного распределенного объекта управления. Основным критерием, который будет определять способы решения задачи и направление для достижения целей является функционал минимизирующий потери электрической энергии в распределительных сетях низкого напряжения.

Модернизация таких сетей, с точки зрения сокращения потерь электрической энергии, связана с огромным количеством факторов влияния обусловленных, как организационным, так техническим и характером. Такие особенности сетей как существенный объем информации и ее достоверность, динамика трансформации схемных режимов, различия в исполнении участков по количеству проводников, качество соединения линий должны регламентироваться энергоснабжающей организацией. Характеристики, связанные с неравномерностью загрузки фаз, большой протяженностью и разветвленностью, сечением и типом проводников магистральных линий учитываются в качестве основных показателей при реализации интеллектуального прогнозирующего модуля.

Многокритериальность задачи, которая определяется, как качественным и количественным характером обрабатываемой информации, так и набором подходов к ее решению. Решение проблем достоверности и объема предоставляемой информации, а также расчета самих потерь электрической энергии по этим данным возлагается на вполне стандартный программный модуль. Вопросы подбора адекватных технических характеристик определяются в интеллектуальном прогнозирующем модуле, реализованном с использованием нечеткого логического вывода Мамдани. Третий программный модуль позволяет решать задачу интеграции, совместить и передачи данных между СУБД и интеллектуальной системой.

Применение нечеткой технологии управления при реализации прогнозирующей части системы позволило решить ряд задач связанных с адекватностью подбора технических характеристик, гибкостью системы при решении задачи модернизации в целом, а не на отдельных участках, а также целесообразности принимаемых решений с учетом реализации рекомендуемых решений. Представленная модульная система решает не

только задачу модернизации электрических сетей низкого напряжения, но и производит расчет потерь электрической энергии в таких сетях.

Кроме того, основными перспективными направлениями развития представленной системы могут стать, как расширение нечеткого модуля прогнозирования для учета большего числа технических характеристик, например, количество проводников в магистрали или разветвленность сетей, так и использование данных организационного характера, связанных со старением основного технологического оборудования или коммерческой составляющей потерь.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Интеллектуальная система расчета и минимизации потерь в электрических сетях 0,4 кВ. (Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апреля 2017 г./ редкол.: Э.А. Дмитриев (отв. ред). - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО "КнАГТУ", 2017. - 1292 с.)
2. Моделирование нечеткого модуля для выбора параметров электрических сетей при их модернизации. (Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 48-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апреля 2018 г./ редкол.: Э.А. Дмитриев (отв. ред). - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО "КнАГТУ", 2018. - 1292 с.)
3. Черный С. П. Анализ возможностей снижения информационной избыточности нечетких регуляторов / С.П. Черный, А.А. Духно, Д.Ю. Чигрин, Б.Н. Толибов.- Ученые записки КнАГТУ, Комсомольск-на-Амуре, 2017, № 1-2(30), «Науки о природе и технике».-С. 12-21