

О Т З Ы В
ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертационную работу Грачевой Елены Ивановны
**«Развитие теории и методов оценки эффективности функционирования
низковольтных электрических сетей промышленных предприятий»,**
представленную на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности
05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Актуальность выбранной темы исследования

В настоящее время одной из наиболее актуальных проблем энергетики является проблема экономии и рационального использования энергоресурсов. В современных условиях существует тенденция снижения производства энергоресурсов, в связи с чем происходит постоянное повышение значимости проблемы энергосбережения. При этих условиях экономия энергии может рассматриваться как источник дополнительной энергии, и поэтому она должна осуществляться во всех случаях, где затраты на энергосбережение меньше, чем затраты на добычу первичных топливно-энергетических ресурсов.

Как известно, одно из свойств электроэнергии (ЭЭ) как продукции состоит в том, что ее транспортировка осуществляется за счет ее расхода. Поэтому вопросы повышения эффективности функционирования систем электроснабжения и уменьшения потерь ЭЭ являются весьма современными, причем в настоящее время актуальность проблемы снижения потерь ЭЭ дополнительно подтверждается различными правительственными постановлениями и законодательными актами по энергосбережению.

Потери ЭЭ оказывают существенное влияние на технико-экономические показатели сети, так как стоимость потерь включается в расчетную стоимость (приведенные затраты) и себестоимость (годовые эксплуатационные расходы) передачи ЭЭ. Составляющая стоимости потерь в стоимости передачи ЭЭ имеет большой удельный вес (30-40 %). Задача рационального построения и повышения качества функционирования систем электроснабжения заключается в поддержании оптимального соотношения между стоимостью ЭЭ и потерями ее в системах электроснабжения.

Выявление непроизводительных расходов ЭЭ затрудняется тем, что имеют место две группы мероприятий, одна из которых способствует уменьшению объема расходуемой ЭЭ, а другая – ее увеличению. Первую группу представляют собой мероприятия по усилению учета и контроля электропотребления, внедрению энергосберегающей технологии и т. д., которые приводят к снижению уровня потребления ЭЭ. Во вторую группу входят мероприятия по механизации и автоматизации производственных процессов, замене в технологическом процессе топлива и пара на ЭЭ и т. д., приводящие к увеличению электропотребления. В этих условиях задача отыскания резервов экономии на основе анализа расхода ЭЭ становится особенно важной, тем более что резервы экономии значительны.

В связи с большими затратами государственных средств на развитие электроэнергетики вследствие неуклонного роста потребления ЭЭ, со все более интенсивным ее внедрением в различные производственные процессы, особое значение имеет рациональное проектирование и эффективная эксплуатация цеховых сетей промышленных предприятий.

Одним из резервов улучшения качества работы систем цехового электроснабжения является более обоснованный учет фактических значений потерь ЭЭ в цеховых сетях, который необходим как для повышения достоверности балансовых расчетов ЭЭ, так и для выбора мероприятий и рекомендаций по снижению потерь. В этот подход укладывается направленность диссертационного исследования Грачевой Е.И.

Общая методология и методика исследования

Общая методология исследования основана на концепции комплексного решения задачи оценки эффективности функционирования низковольтных электрических сетей промышленных предприятий. Обоснованность избранного подхода обусловлена необходимостью моделирования схемных и режимных параметров оборудования цеховых сетей при определении их качества функционирования.

Методы проведенных исследований опираются на выявление основных факторов и процессов, определяющих уровень потерь ЭЭ и надежность элементов цеховых сетей.

Детально представленное в работе исследование эффективности функционирования низковольтных электрических аппаратов базируется на фактических экспериментальных данных, широко приведена статистика отказов аппаратов по результатам обработки эксплуатационных сведений с промышленных предприятий г. Москвы и г. Казани. Особенность разработанных методов исследования низковольтных аппаратов заключается в предложении в качестве критерия оценки технического состояния и работоспособности аппарата сопротивления контактных соединений. Данный параметр позволяет с одной стороны, оценить уровень и динамику изменения потерь мощности, и с другой, определить работоспособность с учетом циклов срабатываний и срока эксплуатации. Математический аппарат исследования базируется на применении теории случайных функций. Целесообразность исследований закономерностей изменения параметров низковольтных аппаратов различных фирм-производителей с выявлением наиболее энергоэффективных марок обусловлена обоснованием необходимости учета влияния фактора величины сопротивления контактных соединений низковольтных аппаратов на эквивалентное сопротивление цеховых сетей.

Применение методов теории планирования эксперимента позволило соискателю определить влияние каждого из рассмотренных факторов на величину эквивалентного сопротивления и потерь мощности цеховых сетей, а применение методов нечеткого регрессионного анализа позволило выявить, как изменяется эквивалентное сопротивление в зависимости от приращения

факторов. Это является особенно важным при неопределенности задания исходной информации для оценки эффективности функционирования оборудования цеховых сетей, что характерно для низковольтных электроустановок систем внутрицехового электроснабжения.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Состояние вопроса и задачи исследования определены автором на основании целеустремленного анализа известных в настоящее время методов оценки эффективности функционирования применительно цеховым сетям до 1000 В.

При разработке, способов и методов по определению потерь ЭЭ в цеховых сетях исследуются, как правило, величины среднеквадратичного тока и, времени наибольших потерь. При этом считается, что величина эквивалентного сопротивления определена точно, наименьшей погрешностью результатов расчета, при использовании вычислений по значению длины линии и активного сопротивления проводника линии при 20°C.

Выполненное соискателем исследование влияния параметров различных элементов цеховых сетей до 1000 В на величину погрешности расчетного определения потерь ЭЭ позволило выделить основные влияющие параметры, такие, как сопротивления контактных соединений коммутационных аппаратов, нагрев проводников, обусловленный токовой нагрузкой провода и температурой окружающей среды.

Экспериментальные исследования позволили выявить зависимости сопротивлений контактных соединений и параметров работоспособности низковольтных коммутационных аппаратов различных типов от их номинальных характеристик и предложить классификацию коммутационных аппаратов по потерям ЭЭ в контактах.

Проведенные в диссертационной работе исследования показали, что неучет сопротивлений контактных соединений коммутационных аппаратов, установленных на линии цеховой сети и неучет температуры нагрева проводников линии дает погрешность при определении эквивалентного сопротивления до 90 %.

На основании теории планирования эксперимента разработаны полиномиальные модели для определения эквивалентного сопротивления цеховых сетей низкого напряжения, позволяющие учесть основные параметры сетей в процессе их функционирования.

Для практического применения рекомендуемого метода определения потерь ЭЭ построены номограммы определения эквивалентного сопротивления цеховых сетей. Это позволило существенно упростить расчет искомой величины эквивалентного сопротивления сети в зависимости от основных характеристик электрооборудования (различных значений длин линий, их загрузки, температуры окружающей среды, суммарного поперечного сечения линий).

Разработанные методы и модели нечеткого регрессионного анализа позволили учесть неопределенность исходной информации в задаче оценки эффективности функционирования цеховых сетей.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов определяется корректным использованием теории электрических цепей, теории планирования эксперимента, методов измерений электрических величин, методов математической статистики и теории погрешностей, методов регрессионного анализа, а также согласованностью результатов, полученных на математических моделях и в экспериментальных исследованиях.

Новизна полученных результатов

В диссертации впервые обоснована возможность реализации комплексного подхода учета параметров систем цехового электроснабжения при определении эффективности функционирования цеховых сетей.

В работе выполнен большой объем исследований по оценке влияния параметров оборудования цеховых сетей на уровень потерь ЭЭ. Полученные результаты позволили установить закономерности динамики изменения характеристик эффективности функционирования цеховых сетей при меняющихся схемных и режимных параметрах.

Впервые разработаны методы для определения зависимостей величины сопротивлений контактных соединений низковольтных коммутационных аппаратов от их номинальных параметров по результатам экспериментальных исследований низковольтной аппаратуры различных фирм.

В диссертации разработаны методы комплексной оценки параметров эффективности функционирования низковольтных аппаратов, разработан алгоритм оценки погрешности вычисления эквивалентного сопротивления цеховых сетей с использованием метода статистических испытаний при моделировании режимов низковольтных сетей.

На основании теории планирования эксперимента и регрессионного анализа разработаны модели для расчета эквивалентного сопротивления и потерь мощности цеховых сетей, позволяющие учитывать динамику развития сетей.

Впервые разработан прикладной аппарат методов нечеткого регрессионного анализа для оценки и прогнозирования потерь ЭЭ при неопределенности задания исходных данных.

Научная значимость работы заключается в развитии теории и усовершенствовании методов оценки качества функционирования низковольтных электрических сетей промышленных предприятий. Разработан метод комплексной оценки эффективности функционирования низковольтных аппаратов, применяемых в цеховых сетях.

Разработаны методы определения потерь ЭЭ на базе стандартного и нечеткого регрессионного анализа с учетом основных показателей режимной и параметрической информации о сети.

Практическое значение результатов работы состоит в уточнении величины удельного расхода ЭЭ на выпуск продукции с выделением расхода на технологию и потери, при планировании, прогнозировании электропотребления промышленными предприятиями. При составлении расходной части цеховых и общезаводских электробалансов, а также при уточнении сроков замены низковольтных электрических аппаратов с учетом количества циклов срабатываний, что позволяет достичь экономии до 50% ЭЭ в низковольтных промышленных сетях.

Внутреннее единство и структура работы

Работа содержит пять глав, которые методически выстроены в логической последовательности от анализа и исследования структуры систем цехового электроснабжения с выявлением основных факторов, определяющих качество функционирования электрических сетей с последующим развитием теории и усовершенствованием методов оценки эффективности их функционирования.

Материалы диссертации представлены в 105 публикациях соискателя, в том числе в 6 монографиях, 43 статей напечатано в журналах из перечня ВАК. Содержание автореферата отражает все основные положения работы.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. Недостаточно полно указаны причины возникновения погрешностей методов расчета потерь электроэнергии (табл. 2.16, стр. 113)

2. Для алгоритма определения потерь электроэнергии (стр. 86) приведены номограммы (рис. 2.10) уточняющей дополнительной длины линии. Однако не ясно, какой диапазон длин линий цехов может быть использован в расчете?

3. На рис. 2.10 в диссертационной работе предлагаются номограммы определения дополнительной длины в зависимости от токовой нагрузки, длины линии и числа коммутационных аппаратов. Число коммутационных аппаратов ограничено 5. Как практически использовать данные кривые при 6 или 7 аппаратах на линии? В схеме на рис. 2.9 установлено 7 аппаратов на линии.

4. В четвертой главе (табл. 4.1) указаны границы изменения факторов оборудования цеховых сетей, используемые для построения регрессионных моделей. Как можно оценить область применения уравнений регрессии по таким параметрам, как площади цехов, мощность цеховых трансформаторов, сечения линий цехов?

5. Из диссертации не понятно, позволяет ли предлагаемый автором метод определения потерь электроэнергии учесть и определить дополнительные потери, обусловленные отклонением электроэнергии от нормативных показателей качества?

