

ОТЗЫВ

**официального оппонента доктора технических наук, профессора
Федорова Владимира Кузьмича на диссертационную работу Ха Дык Нгуена
«Разработка и оптимизация структуры системы электроснабжения городского
района», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.**

На рассмотрение представлена рукопись диссертации объемом 153 страниц и автореферат объемом 20 страниц. Предложенная диссертация содержит введение, 4 главы, заключение, список литературы и условных обозначений, а также 2 приложения.

Актуальность темы диссертации

Система электроснабжения городского района называется совокупность электрических станций, понижающих и преобразовательных подстанций, питающих и распределительных линий и электроприемников, обеспечивающих технологические процессы коммунально-бытовых, промышленных и транспортных потребителей электроэнергии, расположенных на территории города и частично в пригородной зоне. Она связывает генерирующие мощности и потребителями и, как показывает практика, ответственны за большинство проблем, связанных с нарушением качества электроэнергии при ее передаче. Неизбежное присутствие реактивных мощностей в распределительной системе всегда сопряжено с увеличением потерь энергии при ее передаче и искажением профиля напряжения. Рост нагрузки, опережающий развитие электросетевого комплекса, а также изменение структуры потребления электроэнергии также сопровождаются ростом потерь электроэнергии и увеличением вариации напряжения в узлах распределительных сетей. Возрастание потерь увеличивает стоимость эксплуатации сетей. По утверждению автора работы, такое удорожание характерно для системы электроснабжения городского района.

Современной альтернативой электросетевого строительства являются оптимизация структуры и размещение в распределительных сетях малой генерации и средств компенсации реактивной мощности, которые позволяют снизить потери электроэнергии в сети и нормализовать уровень напряжения. Здесь также важно, что Вьетнам имеет благоприятные климатические условия для развития распределенной генерации на основе

ветровых и солнечных источников энергии. Оптимизация структуры системы электроснабжения и задача оптимального размещения дополнительных устройств в распределительных сетях представляет высокий практический и научный интерес. Поэтому диссертационное исследование Ха Дык Нгуена, рассматривающее методы оптимизации структуры системы электроснабжения, влияния размещения компенсирующих устройств и возобновляемой распределенной генерации в процессе оптимизации, является актуальной и имеет научную и практическую значимость.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Объектом исследований в диссертационной работе является сложнзамкнутая распределительная сеть 10(6)-35 кВ системы электроснабжения городского района, в частности, городские распределительные сети «Chu Prong» с 257 узлами, тестовые схемы IEEE размером 16, 33, 69 и 119 узлов. Предметом исследования являются совершенствование методов оптимизации структуры системы электроснабжения городского района с целью приведения показателей качества электроэнергии и оптимизационные алгоритмы для размещения распределенной генерации и компенсирующих устройств в распределительных сетях. Диссертация, по моему мнению, соответствует п. 1 паспорта специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы: «Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем», п.2 «Обоснование совокупности технических, технологических, экономических критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем», п. 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов эффективного управления», и п. 4 «Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях».

Научные результаты

Результаты инструментальной оценки режимов работы системы электроснабжения городского района и фактических потерь электрической энергии, возникающих в

электрических сетях во Вьетнаме.

Методика управления энергоэффективностью, основанная на определении разности активных потерь электрической энергии от нормативных значений.

Выборе оптимизационный алгоритм и разработке целевая функция, которые могут быть использованы проектными организациями и службами развития распределительных сетей для оптимизации структуры системы электроснабжения и оценки размещения распределенной генерации и компенсирующих устройств в разных сетях.

Результаты оптимизации структуры системы электроснабжения на основе разработанной целевой функции и оптимизационного алгоритма CSA в реальной распределительной сети Вьетнама.

Практическая и теоретическая значимости работы

Теоретическая значимость заключается в совершенствовании существующих методов расчета потерь мощности, определении точек потокораздела и разработке методов упрощения исследуемой схемы. Кроме того, оптимальные методы поиска используются для оптимизации конфигурации сети, которые в итоге упрощают выполнение автоматизации расчетов потокораспределения.

Результаты диссертационной работы, связанные с методами минимизации потерь активной мощности и улучшения показателей качества электроэнергии в распределительных сетях могут позволить повысить надежность системы электроснабжения и энергоэффективность.

Результаты диссертационной работы применялись в качестве литературы при эксплуатации системы электроснабжения «Gia Lai» Вьетнама.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций диссертации

Высокая степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций диссертации, подтверждается:

- корректным использованием математического аппарата и общепризнанного программного обеспечения;
- сравнением результатов со значениями, полученными при решении подобных задач другими авторами;

– достоверность расчетов, выполненных для реальной схемы подтверждается сравнением расчетных результатов с измерениями:

– апробацией результатов исследования на международных и научно-технических и научно-практических конференциях.

Личный вклад автора

Выполнение всех представленных в работе расчетов, составление аналитических моделей и разработка методики проектирования, а также непосредственное участие в разработке функциональных схем сложноразветвленной сети с напряжением 10(6)–35 кВ, а также приведенный сравнительный анализ методов оптимизации.

Ха Дык Нгуен - специалист по электроснабжению, им и в соавторстве опубликовано 7 работ, их индекс 2 в изданиях рекомендованных ВАК и МБД Scopus.

Основные результаты и выводы

Разработана новая методика автоматического расчета потокораспределения в сложноразветвленной сети по методу Ньютона-Рафсона. Расчет потокораспределения может решиться в течение нескольких секунд, в то время как другим методом занимает больше времени. Это полезно для управления электрическими сетями в реальном времени.

Проведен регрессионный анализ по определению функциональной зависимости потерь активной мощности от основных показателей качества электрической энергии.

Разработка новой целевой функции для решения проблем оптимизации структуры распределительной сети, к которому подключение распределенной генерации энергии.

Разработка алгоритмов автоматического определения местоположения распределения и состояния нормально разомкнутых линейных выключателей и нормально замкнутых секционных выключателей в фидерах сети. Алгоритмы позволяют оперативно и просто определить местоположения распределения выключателей, что в свою очередь позволит повысить эффективность управления эксплуатационным режимом системы электроснабжения.

По результатам анализа и расчетов выяснена оптимизация структуры системы электроснабжения не влияющая на применение других методов повышения качества и ее надежности, такие как метод компенсации реактивной мощности, установка распределенной генерации энергии. Для достижения наилучших результатов можно

осуществлять параллельно вместе с методом оптимизации структуры системы.

Предложена методика оптимизации структуры сложнзамкнутых сетей которая решалась с использованием алгоритма «Поиск кукушек», основанный на паразитическом репродуктивном алгоритме птиц кукушек для достижения ряда целей и условий эксплуатации распределительных сетей городского района.

Замечания по содержанию и оформлению работы

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования.

В первой главе диссертационной работы были раскрыты теоретические аспекты формирования потерь электрической энергии, изучена нормативно-правовая база расчета технологических потерь, проведен анализ фактических потерь электрической энергии, возникающих в электрических сетях «Gia Lai», а также разработаны и оценены с точки зрения их эффективности мероприятия по снижению потерь в конкретном филиале.

При анализе информации о потерях электроэнергии в сетях, можно сделать вывод, что наибольший объем потерь среди сети филиалов и ДЗО «Gia Lai» наблюдается у филиала городского района «Chu Prong», в котором необходимо выполнить программу энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Поэтому в качестве основного объекта исследований диссертационной работы и выработки научно-обоснованных рекомендаций по повышению надежности электроснабжения была выбрана сеть 10(6)–35 кВ городского района «Chu Prong» Вьетнама, на которые приходится большая часть суммарных потерь электрической энергии.

Во второй главе проведен обзор зарубежных и отечественных работ по решениям оптимизационных задач. Анализ существующих методов оптимизации в области электроэнергетики показал, что для решения задач оптимального управления электроэнергетическими системами существует большое число подходов, достаточно проработанных и внедренных в условия действующих объектов.

В третьей главе диссертационной работе сформулирована задача оптимизации структуры системы электроснабжения для уменьшения потерь и повышения ее надежности, которая решается с помощью улучшенного эвристического алгоритма. Исследовано влияние на решение оптимизационных задач как распределенной генерации,

компенсирующих устройств, так и их совместного использования. Описана новая целевая функция, разработанная в данной диссертации. Проведено ее сравнение с применяемыми в опубликованных работах целевыми функциями на основе стандартных оптимизационных алгоритмов и показывается ее преимущество в достижении более высоких технико-экономических результатов размещения распределенной генерации и компенсирующих устройств.

В четвертой главе содержится описание новой целевой функции, разработанной в данной диссертации. Также проведено сравнение отобранных ранее алгоритмов PSO, CGA, по итогам которого выявлено, что алгоритм CSA обладает самой высокой скоростью сходимости, при этом обеспечивая надежное достижение глобального минимума целевой функции. Соответственно использование алгоритма CSA рекомендовано для применения в практических расчетах.

По всем главам приведены соответствующие выводы, отражающие полученные научные и практические результаты.

В автореферате диссертации представлено краткое содержание работы по главам, а также сведения: об актуальности, цели работы, научной новизне, теоретической и практической ценностях, об основных положениях, выносимых на защиту, об апробации и публикациях результатов. Автореферат представлен на 20 страницах и полностью отражает краткое содержание диссертации.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. При проверке математической модели на соответствие условиям при получении отрицательного результата происходит двойное деление в блоке оптимизации принимаемого решения. При этом не пояснено, в каком случае происходит изменение управляемых параметров, а в каком изменение синтезируемой схемы.

2. Из представленных алгоритмов не ясно как в них учитываются трудно формализуемые параметры, такие как пожелания заказчика по параметрам и набору оборудования, климатические и геологические условия размещения электротехнических систем, удаленность источников распределенной генерации от мест производства и т.д.

3. Указывается имитационная компьютерная модель силовой части электротехнической системы с распределенной генерацией, отличающаяся тем, что позволяет исследовать нагрузочные и аварийные режимы работы, в то время как в главе 4

исследуется модель электротехнических систем с распределенной генерацией, присоединяемая к ЭВМ. Представляется более корректным использование термина «электродинамическая модель» или «цифро-аналоговая модель» вместо термина «имитационная компьютерная модель».

4. Не дано пояснение того, как производится получение виртуальных (распределённых) электротехнических систем посредством применения разработанной автором методики.

5. В диссертации не уточнены требования реализованных программных средств к исходным данным и к чувствительности по их полноте и точности.

6. Представляется необходимым введение в разработанный алгоритм оптимизации структуры электротехнических систем с распределенной генерацией возможности использования на начальном этапе оптимизации аналогов, которые являются наиболее близкими по заданным характеристикам к оптимизируемому объекту.

7. При построении текста диссертации и автореферата глаголы должны употребляться в прошедшем времени, иначе складывается впечатление о некой незавершенности исследований.

8. В тексте диссертации довольно много рассуждений автора, а также цитирований собственных статей, которые можно было сократить до ссылок на источники.

Сделанные замечания не снижают высокого, в целом, научного уровня работы. Цели и задачи, поставленные в исследовании, полностью достигнуты. Автореферат хорошо отражает содержание диссертации.

Считаю, что диссертационная работа Ха Дык Нгуена является законченным научным исследованием, выполненным на актуальную тему, лично автором. Полученные в ней выводы достаточно обоснованы, а результаты являются новыми. Рассматриваемая диссертация удовлетворяет требованиям пунктов 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в редакции от 29.05.2017 г.), предъявляемых к кандидатским диссертациям, соответствует паспорту специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы, а ее автор, Ха Дык Нгуен заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

