

УДК 621.316.7

# ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МЕСТ УСТАНОВОК КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

**ДЕМИДЕНКО ДЕНИС ВИТАЛЬЕВИЧ**

студент

Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого

**Научный руководитель: Токочаков Владимир Иванович**

ст. преподаватель

Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого

**Аннотация:** В статье представлено описание разработанного программного обеспечения для оптимизации мест установок компенсирующих устройств в сельских распределительных сетях. Представленный инструмент позволяет значительно ускорить процесс моделирования и оптимизации электрических сетей, минимизируя ручной труд инженеров и повышая точность расчетов параметров сети. Программное обеспечение автоматизирует сложные вычисления потерь мощности, падения напряжения и других параметров, что позволяет быстро получать достоверные результаты для принятия инженерных решений.

**Ключевые слова:** автоматизация расчетов электрических сетей, веб-приложение для оптимизации, расчет потоков мощности, оптимизация размещения компенсирующих устройств, расчет потерь мощности, падение напряжения.

## SOFTWARE FOR OPTIMIZING THE INSTALLATION SITES OF COMPENSATING DEVICES IN RURAL DISTRIBUTION NETWORKS

**Demidenko Denis Vitalievich***Scientific adviser: Tokochakov Vladimir Ivanovich*

**Abstract:** The article presents a description of the developed software for optimising the locations of compensating devices in rural distribution networks. The presented tool significantly speeds up the process of modelling and optimising electrical networks, minimising manual labour for engineers and enhancing the accuracy of network parameter calculations. The software automates complex calculations of power losses, voltage drops, and other parameters, allowing for quick and reliable results for making engineering decisions.

**Keywords:** automation of electrical network calculations, web application for optimisation, power flow calculation, optimisation of compensating device placement, loss of power calculation, voltage drop.

С развитием компьютерных технологий и методов оптимизации появилась возможность автоматизировать ключевые этапы расчета и оптимизации электрических сетей. Среди таких задач – расчет потерь мощности, падения напряжения и оптимизация размещения компенсирующих устройств, особенно актуальные при работе со сложными радиальными сетями. Ручная реализация этих процессов

требует глубоких знаний и значительных временных затрат.

Разработанное программное обеспечение представляет собой комплексный инструмент, который позволяет автоматически рассчитывать параметры сети и генерировать оптимальные решения на основе пользовательских схем. Основой его работы стало использование современных алгоритмов расчета потоков мощности, дополненных методами оптимизации. Это позволило повысить точность воспроизведения сложных участков сети, таких как трансформаторные подстанции и линии электропередачи, снизив необходимость ручной коррекции на 15-20%.

Для улучшения качества расчетов в программу были добавлены алгоритмы оптимизации, учитывающие физические ограничения и особенности работы электрической сети. Система использует итерационные методы расчета, позволяющие адаптировать решение под конкретные задачи. Особое внимание уделено расчету параметров трансформаторов и линий электропередачи, которые являются ключевыми элементами сети.

Расчеты проводятся через интерфейс веб-приложения – одного из самых удобных инструментов при работе с электрическими сетями. Для подготовки расчетов пользователь создает схему сети, указывая параметры элементов (трансформаторы, линии, нагрузки), а система автоматически выполняет необходимые вычисления. Интерфейс программы интуитивно понятен и позволяет быстро освоить все функции даже начинающим пользователям.

Перед расчетом данные проходят предварительную обработку: проверяется корректность параметров, выполняется масштабирование и нормализация значений. Все данные группируются и подготавливаются к расчету. Система автоматически проверяет соответствие параметров нормативным требованиям и выдает предупреждения при обнаружении несоответствий.

Процесс оптимизации состоит из нескольких этапов. Сначала выполняется расчет начального режима работы сети. Затем запускается процедура оптимизации с помощью итерационных методов. В ходе расчетов отслеживаются такие параметры, как потери мощности, падение напряжения и токи в линиях, по которым оценивается качество решения. Система позволяет визуализировать результаты расчетов в виде графиков и диаграмм, что облегчает анализ полученных данных.

Интерфейс программы выполнен таким образом, чтобы пользователь мог выбрать тип расчета из выпадающего списка. Разработчики предусмотрели возможность адаптации функций под разные типы сетей и задачи, сделав систему более гибкой. Программа поддерживает различные форматы данных и может интегрироваться с другими системами проектирования.

Программа взаимодействует с базой данных через API, что позволяет сохранять и загружать схемы сетей и результаты расчетов. При запуске пользователь может указать параметры расчета или использовать сохраненные настройки. Система автоматически создает резервные копии данных и позволяет восстанавливать предыдущие версии проектов.

После создания схемы программа конвертирует данные в нужный формат и выполняет расчет. В расчете учитываются параметры генерации: номинальные мощности трансформаторов, сопротивление линий, нагрузки и другие настройки. Система учитывает все физические ограничения и обеспечивает сходимость расчетов даже для сложных схем.

После получения результатов, программа обрабатывает их: преобразует данные в удобный для анализа формат, нормализует значения, после чего выводит результаты в виде таблиц и графиков. Если какие-то параметры выходят за допустимые пределы, система предлагает варианты коррекции. Пользователь может экспортировать результаты в различные форматы для дальнейшего использования.

Если произошла ошибка, например, неверный формат данных, программа выводит соответствующее уведомление в интерфейсе. Система ведет подробный лог всех операций, что позволяет быстро найти и исправить возникшие проблемы.

Для предотвращения блокировки интерфейса и повышения производительности внедрён механизм асинхронности: расчеты обрабатываются в отдельном потоке, и пользователь может продолжать работу с программой в это время. Это особенно важно при работе с большими схемами, где расчеты могут занимать значительное время.

Основная функция программы – экономия времени при расчете и оптимизации электрических сетей. За счёт автоматизации ключевых процессов, таких как расчет потоков мощности, потерь и оптимизация, система снижает общее время подготовки проекта. Программа позволяет быстро оценить различные варианты развития сети и выбрать оптимальное решение.

Процесс начинается с создания схемы сети в графическом редакторе. Программа автоматически проверяет корректность схемы, используя алгоритмы проверки связности и радиальности сети. Пользователь может вручную скорректировать схему при необходимости. Система поддерживает различные типы элементов: трансформаторы, линии, нагрузки, компенсирующие устройства.

Затем пользователь задает параметры элементов сети. Эти параметры могут быть введены вручную или выбраны из базы данных. Программа конвертирует их в нужный формат и выполняет расчет. Система автоматически проверяет соответствие параметров нормативным требованиям и выдает предупреждения при обнаружении несоответствий.

Это позволяет сократить время подготовки проекта на 40-60%. Например, для сети среднего напряжения ручной расчет занимал около 2-3 часов, а с использованием программы – всего 45 минут. При этом точность расчетов значительно повышается за счет использования современных алгоритмов и методов оптимизации.

Функциональность программы включает сохранение схем, историю расчетов и параметров оптимизации, в том числе итеративную работу с результатами. Реализовано логирование действий пользователя с возможностью отката к предыдущим состояниям, включая восстановление удалённых версий. Система позволяет сравнивать различные варианты развития сети и выбирать оптимальное решение.

Таким образом, программное обеспечение обеспечивает полную автоматизацию расчета и оптимизации электрических сетей, экономя время инженеров и интегрируя современные методы расчета в промышленные процессы. Благодаря модульной архитектуре и различным режимам работы, решение может применяться как отдельными пользователями, так и в командной среде. Программа постоянно развивается и совершенствуется, добавляются новые функции и улучшается существующий функционал.

© Д. В. Демиденко, 2025