

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НЕТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Введение. Эффективное использование топливно-энергетических ресурсов на предприятиях Белорусской железной дороги входит в комплекс наиболее актуальных задач, решение которых обеспечит энергетическую стабильность, экологическую безопасность и улучшит экономическую ситуацию железнодорожного транспорта.

На дороге большое внимание уделяется повышению энергоэффективности всех без исключения процессов генерации, передачи и потребления тепловой и электрической энергии. Однако рациональные подходы при передаче и распределении электроэнергии в собственных сетях железной дороги до сих пор не сформированы, т. е. не разработаны основные направления по снижению потерь энергии в электросетях.

С учетом сложности проблемы ее решение целесообразно рассматривать как систему задач, поэтапно уточняющих и детализирующих решения по развитию систем электроснабжения. Достижение указанных задач невозможно без применения современных информационных технологий, что в свою очередь требует создания эффективных математических моделей и методов.

Разработка таких моделей и методов является сложной научно-технической проблемой, так как при учете электромагнитных процессов система нетягового электроснабжения железной дороги переменного тока представляет собой многомерный нелинейный динамический объект.

Ввиду большой размерности, сложности и недостаточной информационной обеспеченности практическое использование динамических моделей систем нетягового электроснабжения на современном этапе не представляется возможным. Поэтому для определения наиболее эффективных вариантов систем электроснабжения применяют имитационное моделирование (далее — ИМ).

Основная часть. Целью ИМ является определение варианта организации электроснабжения нетяговых потребителей железнодорожного транспорта с наименьшими приведенными затратами с помощью метода статистических испытаний или метода Монте-Карло на основании матрицы возможных электрических связей между трансформаторными подстанциями (далее — ТП). Для N наиболее эффективных вариантов организации электроснабжения нетяговых потребителей железнодорожного транспорта рассчитывается вероятность безотказной работы. Затем на основании весовых коэффициентов определяется вариант с наименьшими приведенными затратами и наивысшей вероятностью безотказной работы. Также в целевую функцию входит определение варианта организации электроснабжения с наименьшей величиной технологического расхода электроэнергии на ее транспортировку (ТРЭТ).

Алгоритм ИМ электроснабжения нетяговых потребителей железнодорожного транспорта (далее — ИМ УЗЛОВ) основан на поиске варианта организации электроснабжения нетяговых потребителей железнодорожного транспорта с наименьшими приведенными затратами с помощью метода статистических испытаний на основании матрицы возможных электрических связей между ТП. Так, ИМ УЗЛОВ реализовано в виде веб-приложения, которое не требует установки на компьютер заказчика объемного программного обеспечения, обновление происходит автоматически, обеспечивается высокая мобильность везде, где есть доступ в Интернет.

Алгоритм ИМ УЗЛОВ предписывает выполнить внесение исходных данных [1]:

– координаты точек расположения источника питания (ИП), распределительные устройства (РУ) ТП и ТП ($x_i, y_i, i = \overline{1, n}$);

– сведения о всех ТП: номер или название ТП; P_p — расчетная активная нагрузка потребителя; $\cos\varphi_p$ — расчетный коэффициент мощности; категории потребителей; T_m — число часов использования максимума нагрузки в год; $U_{ном}$ — напряжение первичной обмотки трансформаторов; k_ϕ — коэффициент формы графика нагрузки участка сети. По умолчанию программа продолжает названия ТП, присваивая подстанции $I + 1$ номер, при этом возможно редактирование.

Также реализован расчет для существующей сети, не предполагающий капитальные затраты на сооружение сети ($K = 0$).

Выполняется визуализация расположения ИП и ТП с нанесением координатной сетки, масштабирование координатной сетки до размера окна программы и указание соответствующих текстовых подписей, также выполняется масштабирование изображения ИП, РУ и ТП.

Приведем пример внесения исходных данных и визуализации в программе ИМ УЗЛОВ для фидера № 502 ЭЧС-17 от ПС «Мясокомбинат» Витебской дистанции электроснабжения (рисунок 1).

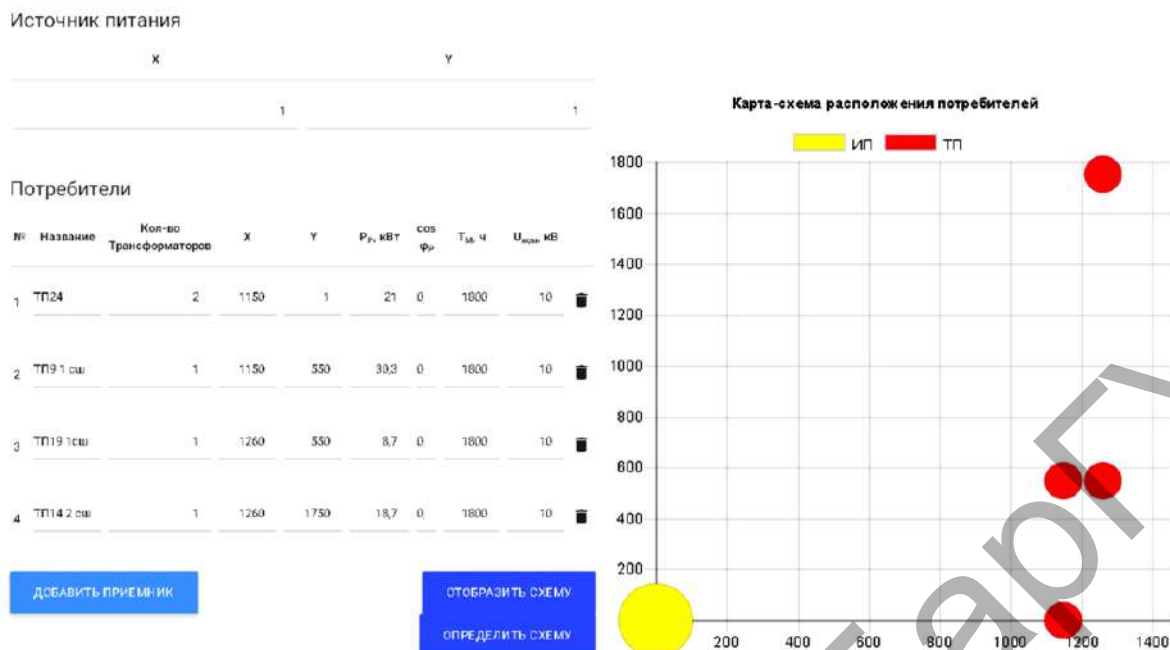


Рисунок 1 — Пример внесения исходных данных и визуализации в программе ИМ УЗЛОВ

Алгоритм ИМ сетей продольного электроснабжения и линий автоматической блокировки железнодорожных участков (далее — ПЭ) основан на поиске варианта организации электроснабжения с наименьшим ТРЭТ с помощью метода статистических испытаний на основании рационального подбора электрооборудования. Результаты ИМ ПЭ являются исходными данными, в частности, для правильного выбора головных трансформаторов на ТП линий ПЭ и автоматической блокировки; ИМ ПЭ реализовано на объектно ориентированном языке программирования Delphi.

Имитационная модель оценки параметров надёжности электроснабжения нетяговых потребителей железнодорожного транспорта (ИМ НАДЕЖН) позволяет оценивать вероятность безотказной работы всей системы на основании данных об интенсивностях отказов электрооборудования. Данная программа позволяет рассчитать вероятность безотказной работы ИМ ПЭ и N' наиболее эффективных вариантов ИМ УЗЛОВ. На основании полученной информации выявляются наиболее «узкие места» в различных вариантах схем электроснабжения, разрабатываются мероприятия по повышению надёжности электроснабжения.

Заключение. С помощью разработанной программы ИМ УЗЛОВ определяется N' наиболее эффективных вариантов организации электроснабжения нетяговых потребителей железнодорожного транспорта с наименьшими приведенными затратами на основании матрицы возможных электрических связей между ТП. Так, ИМ ПЭ позволяет найти вариант организации электроснабжения с наименьшей величиной ТРЭТ с помощью метода статистических испытаний на основании рационального подбора оборудования; используется для правильного выбора трансформаторов, кабельных или воздушных линий для ИМ УЗЛОВ.

Результаты ИМ УЗЛОВ, ИМ ПЭ и ИМ НАДЕЖН являются исходной информацией для оценки наиболее эффективных решений с использованием весовых коэффициентов важности.

Список цитируемых источников

1. Дробов, А. В. Результаты программы имитационного моделирования нетяговой системы электроснабжения витебской и барановичской дистанции электроснабжения / А. В. Дробов // Агротехника и энергообеспечение. — 2016. — № 4 (13), том 1. — С. 76—83.