

Список используемых источников

1.Хамидов, А.Х. Потери электроэнергии в низковольтных сетях/ А.Х. Хамидов – Ташкент, Узбекистан, 1984. – 160 с.

2.Железко, Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии / Ю.С. Железко. – Москва: ЭНАС, 2009. – 454 с.

3.Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии / А.А. Герасименко, В.Т. Федин – 4-е изд., стереотипное. – Москва: Кно Рус, 2014. – 645 с.

Силоцкий А.С., ст. преподаватель
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ
ПОНИЖАЮЩЕЙ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ
ПОДСТАНЦИИ 10/0,4кВ В САДОВЫХ ТОВАРИЩЕСТВАХ

При проектировании и реконструировании электрических сетей, находящихся на балансе садовых товариществ, возникает задача планирования и размещения объектов электроснабжения – кабельных и воздушных линий, трансформаторных подстанций и т.п. Электроснабжение всех дачных домиков, с одной стороны, должно удовлетворять требованиям надежности питания, а с другой – экономически целесообразно организовано.

Вопрос о выборе места фактического размещения понижающей трансформаторной подстанции (ПТП) в нормативных документах для садоводческих товариществ не регламентируется, поскольку отсутствует практическая методика технико-экономического обоснования выбора места для размещения ПТП. Поэтому задача оптимального размещения ПТП на стадии проектирования и реконструирования является актуальной.

Критерием для выбора местоположением ПТП можно принять функцию оптимизации:

$$F(x, y) = x + y; F(x, y) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где x – затраты на сооружение сети, руб.;

y – затраты на потери, руб.

Затраты на сооружение определяют: место расположения подстанции, которые включает в себя длину кабельных или воздушных линий и их сечение, мощность понижающего трансформатора, график нагрузки и параметры сети.

Потери энергии зависят от графика нагрузки потребителей, типа трансформатора, длин проводников и их сечений. Выбор сечения проводников по критерию экономической плотности тока в общем случае не отвечает минимуму затрат и требует более точного экономического обоснования. Таким образом, значение функции затрат на сооружение подстанции и потери энергии.

Одним из вариантов решения поставленной задачи – размещение ПТП в центре электрических нагрузок, являющемся по своей сути аналогом центра масс [1-2]. В общем случае это решение не обеспечивает оптимальности. Аналитическое решение рассматриваемого вопроса сложно из-за нерегулярной нагрузки потребителей, изменяющейся в зависимости от времени года. Выбор местоположения, типа, мощности и других параметров понижающей трансформаторной подстанции в основном обуславливается величиной и характером электрических нагрузок, размещением ПТП на генплане. Важно, чтобы ПТП устанавливалась как можно ближе к центру питаемых от нее нагрузок. На практике наиболее распространенными при выборе места расположения подстанции являются методы медиан и центра электрических нагрузок, основанные на принципах, используемых в математике, механике и физике.

Метод медиан. Нагрузки представляют собой совокупность точек, лежащих на плоскости. Метод медиан заключается в разбиении этих точек на тройки (вершины треугольника) и нахождении в каждом таком треугольнике точки пересечения медиан. Затем полученные точки пересечения медиан опять выбирают в качестве вершин треугольников и находят точки пересечения медиан. Это продолжается до тех пор, пока не получится единственная точка, которая и будет согласно этому методу оптимальным положением подстанции.

Метод центра электрических нагрузок. Центр электрических нагрузок – это геометрическая точка, положение которой характеризует распределение нагрузок (масс в теле или механической системе).

Координаты центра масс определяются формулами:

$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^k P_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^k P_i}; \quad Y_c = \frac{\sum_{i=1}^k P_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^k P_i}; \quad (2)$$

где P_i – мощность i -й нагрузки; x_i, y_i – координаты i -й нагрузки, x_c, y_c – координаты центра электрических нагрузок (ПТП).

Считается, что найденные координаты ПТП является оптимальными с точки зрения экономии на длину и сечение кабельных линий. Но если использовать численные методы нахождения экстремумов функций, то решение поставленной задачи дает более экономичный вариант расположения ПТП.

Одним из методов оптимизации, который может быть использован, является метод сопряженных градиентов. Основным достоинством метода является то, что он решает квадратичную задачу оптимизации за конечное число шагов. Поэтому, сначала описывается метод сопряженных градиентов для оптимизации квадратичного функционала, выводятся итерационные формулы, приводятся оценки скорости сходимости. После этого показывается, как метод сопряженных обобщается для оптимизации произвольного функционала, рассматриваются различные варианты метода, обсуждается сходимость.

Определив длину и стоимость кабельных линий для вышеприведенных методов, было выяснено, что стоимость линий наименьшая при использовании метода сопряженных градиентов. Применение данного метода позволяет проектировать более экономические сети.

На практике найденные координаты могут совпадать с объектами, где расположение ПТП невозможно. Поэтому использование метода центра электрических нагрузок будет неэкономичным из-за вынужденного смещения координат ПТП. В данном случае проектирование наиболее экономичных сетей сводится к решению задачи минимизации затрат с помощью метода сопряженных градиентов с интервалами ограничений. Применение интервалов ограничений позволяет смещать координаты ПТП, при этом точка расположения подстанции будет наиболее экономной.

Подводя итог хотелось отметить следующее: размещение ПТП в центре электрических нагрузок обеспечивает минимум затрат; использование методов оптимизации для поиска координат ПТП целесообразно даже при вынужденном смещении координат ПТП.

Список использованных источников

1. Инструкция по проектированию городских электрических сетей: РД 34.20.185-94. – М. : РАО ЕЭС Россия, 1994.
2. Гринкруг, М.С. Задача проектирования системы электроснабжения на основе минимизации приведенных затрат / М.С. Гринкруг, С.А. Гордин // Двенадцатая всероссийская научно-техническая конференция. – Томск, 2006.

Тюнина Е.А., ст. преподаватель

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь
СПОСОБ СНИЖЕНИЯ НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЙ
В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Проблема обеспечения качества электрической энергии всегда актуальна, так как убытки от сниженного качества электроэнергии значительны. Снижение качества электроэнергии неблагоприятно влияет как на потребителей, так и на оборудование энергетической системы. Наибольшие проблемы, в том числе и по требуемым материальным затратам, возникают с такой характеристикой качества электроэнергии, как несимметрия напряжений. Несимметрия напряжений характеризуется наличием в трехфазной электрической сети напряжений обратной или нулевой последовательностей, которые значительно меньше по величине, чем соответствующие составляющие напряжения прямой (основной) последовательности [1].

Несимметрия напряжений, в соответствии с ГОСТ 32144-2013 характеризуется следующими показателями:

- коэффициентом несимметрии напряжений по обратной последовательности (K_{2U});
- коэффициентом несимметрии напряжений по нулевой последовательности (K_{0U}).

Нормально допустимые значения коэффициентов несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательности в точке общего присоединения к электрическим сетям с номинальным напряжением 0,4 кВ равны 2 %. Предельно допустимые – 4 %.

Установлено, что при загрузке трансформаторов выше 50 % и наличии в структуре нагрузок большого числа однофазных