

УДК 621.311

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА Z-МАТРИЦЫ ДЛЯ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ
APPLICATION OF THE Z-MATRIX METHOD FOR CALCULATING
ELECTRICAL NETWORK MODES**

К.В. Райская

Научный руководитель – А.А. Волков, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
volkau@bntu.by

K. Raiskaya

Supervisor – A. Volkau, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** рассмотрены два режима нормальный и утяжеленный. Приведен расчет данных режимов методом Z-матрицы, алгоритм расчета. Выведены графики сходимости итерационных процессов.*

***Abstract:** two modes are considered: normal and weighted. The calculation of these modes by the Z-matrix method and the calculation algorithm are given. Graphs of convergence of iterative processes are derived.*

***Ключевые слова:** метод Z-матрицы, утяжеленный режим, нормальный режим, электрическая сеть, расчет.*

***Keywords:** Z-matrix method, weighted mode, normal mode, electrical network, calculation.*

Введение

С развитием электрических сетей актуальной проблемой является возможность подключения к действующей сети новых нагрузок. Как рассчитать допустимое утяжеление электрической сети рассмотрим далее.

Основная часть

Для начала рассмотрим отличие нормального и утяжеленного режима. Нормальный – это тот режим, который предусмотрен планом эксплуатации. В нем все элементы электроустановки работают без вынужденных отключений и без перегрузок.

Утяжеленный – это режим, при котором электроустановки отклоняются от нормального режима работы. Например, вынужденное отключение части установки в следствии ее повреждения или в связи с профилактическим ремонтом, подключение новых нагрузок.

При утяжелении сети расчет должен производиться с контролем максимально допустимого тока нагрева в проводах и кабелях, а также максимально допустимого падения напряжения. Это делается для обеспечения качественного и бесперебойного питания потребителя.

Для расчета электрической сети методом Z-матрицы, организуем итерационный процесс на базе матричного уравнения:

$$\bar{U} = \underline{Yy}^{-1} * \bar{J} = Z * \bar{J}, \tag{1}$$

где Yy – матрица узловых проводимостей без учета балансирующего узла;

J – вектор-столбец задающих токов, содержащих свой знак;

Z – матрица узловых и взаимных проводимостей узлов.

Выполним расчёт режима на ЭВМ в программном комплексе Mathcad (рисунок 1).

```

k := 1..100
Uz<1> := U0
J(U) := (diag(U))-1 · S - Yby · Uby

Uz<k+1> := Z · J(Uz<k>)

n := ⌊ i ← 1
      while |max(w1(Uz<i>))| > 0.01
            i ← i + 1
      i

n = 4
    
```

Рисунок 1 – Пример расчета нормального режима в Mathcad

В примере $U0$ – вектор-столбец начальных приближений; S – вектор-столбец задающих мощностей в узлах; Yby – вектор-столбец взаимных проводимостей для балансирующего узла; Uby – напряжение балансирующего узла; $W1(U)$ – функция небаланса тока.

Итерационный процесс завершился на 4 итерации (рисунок 2).

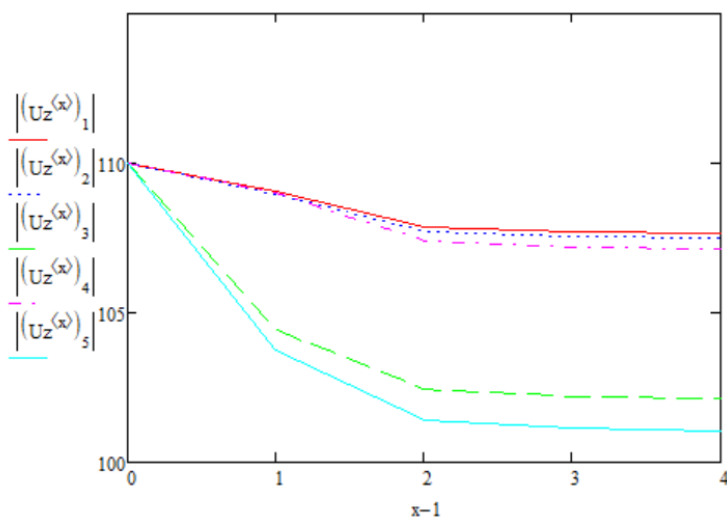


Рисунок 2 – График сходимости итерационного процесса для нормального режима

Введем понятие коэффициент утяжеления (K_u). Он показывает во сколько раз увеличиваются нагрузки в узлах.

По результатам расчетов для нескольких коэффициентов утяжеления режимов оказалось, что при увеличении нагрузки более чем в 1,86 раза итерационный процесс перестал сходиться. Это свидетельствует о нарушении статической устойчивости намеченного режима.

Найдём предельные значения нагрузки при соблюдении ограничений по допустимой потере напряжения. Режим сошелся на 4 итерации и имеет место при коэффициенте утяжеления 1,05 (рисунок 3).

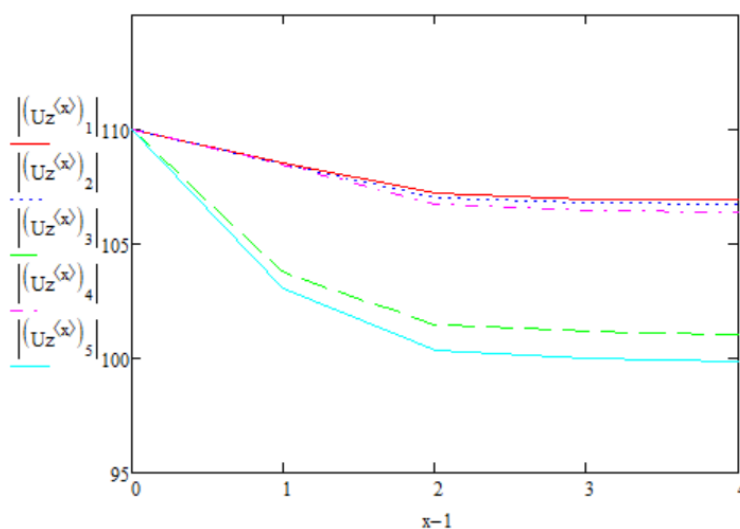


Рисунок 3 – График сходимости итерационного процесса для утяжеленного режима при $K_u=1,05$

Заключение

Пропускная способность электрической сети ограничивается рядом факторов (потери напряжения, длительно допустимый ток по нагреву, статическая устойчивость). При проектировании и эксплуатации электрических сетей необходимо выбирать решения и планировать режимы работы исходя из этих ограничений. Для этого необходимо иметь математический аппарат, позволяющий выполнять серию расчетов утяжеленных режимов для нахождения предельных режимов. На основании выполненных расчетов можно производить оценку надежного существования режимов и принимать решения по выбору мероприятий, позволяющих повысить пропускную способность.

Литература

1. Аюев, Б.И. Вычислительные модели потокораспределения в электрических системах: монография / Б.И. Аюев, В.В. Давыдов, П.М. Ерохин, В.Г. Неуймин; под ред. П.И. Бартоломея. – М. : Флинта : Наука, 2008. – 256 с.
2. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин – 3-е изд., перераб. – М. : КНОРУС, 2012. – 648 с.