

УДК 621.311

РАСЧЕТ РЕЖИМА ЗАМКНУТОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЗЛОВЫХ УРАВНЕНИЙ

Сазонов П.А., Ёч Э.И.

Научный руководитель - старший преподаватель Мышковец Е.В.

Мы включаем свет, наши компьютеры, наблюдаем по телевидению, как летят в космос корабли, все это было бы невозможным без электричества. Современный мир завязан на электроэнергии, а ее производство и доставка к потребителям невозможна без многочисленных расчётов. Результаты электрических расчетов могут использоваться для выбора необходимых средств регулирования напряжения, оценки потерь мощности и электроэнергии, выбора мероприятий по их снижению и другое.

Нами были разработаны программы в математическом пакете Mathcad, нацеленные на исследование и расчет режима замкнутой электрической сети методом обращенных узловых напряжений с использованием итерационного метода определения неизвестных. Принцип ввода и получения расчётных данных по исследуемой сети схож с аналогичными действиями в программе RASTRWin. Работа полученной нами программы предельно проста: вводим и сортируем исходные данные, рассчитываем необходимые матрицы коэффициентов, которые будут характеризовать сопротивления и проводимости ветвей, рассчитываем уравнения, определяем потокораспределение. Мы стремились добиться максимально точных результатов расчетов. Для проверки их достоверности, сравнивали с результатами расчетов промышленной программы RASTRWin.

$$\text{Vetvil} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4,5 & 38,76 & -415,2 & -4,32 & 229,295 & -37,553i & 226,904 & +0,024i \\ 1 & 4 & 3,375 & 29,07 & -311,4 & -3,24 & 277,303 & -35,234i & 274,87 & -12,545i \\ 2 & 3 & 3,375 & 29,07 & -311,4 & -3,24 & -46,487 & -13,327i & -46,961 & +26,124i \\ 2 & 4 & 7,2 & 39,72 & -405,6 & -4,32 & 20,635 & -28,074i & 20,057 & +23,852i \\ 3 & 4 & 7,2 & 39,72 & -405,6 & -4,32 & -53,513 & -16,673i & -54,235 & +34,471i \end{pmatrix}$$

Рисунок 1. Результаты расчета потокораспределения разработанной программы

N_нач	N_кон	R	X	B	G	P_нач	Q_нач	P_кон	Q_кон
1	2	4,50	38,76	-415,2	4,3	-229	37	-227	0
2	3	3,38	29,07	-311,4	3,2	-47	26	-46	-13
2	4	7,20	39,72	-405,6	4,3	20	24	21	-28
3	4	7,20	39,72	-405,6	4,3	54	17	54	-34
1	4	3,38	29,07	-311,4	3,2	-277	35	-275	12

Рисунок 2. Результаты расчета потокораспределения в RASTRWin

Скорость сходимости итерационного процесса один из важнейших показателей в работе программ расчета режимов. Мы провели исследование сходимости нашей программы и программы RASTRWin для произвольной схемы, изменяя следующие параметры режима: увеличивали нагрузку во всех узлах схемы и уменьшали напряжение в балансирующем узле. Показателем скорости сходимости будет количество требуемых итераций для достижения заданной точности расчетов.

Таблица 1. Результаты сходимости при увеличении нагрузки в узлах.

Обращённые узловые уравнения напряжений решённые методом простой итерации (исследуемый метод)		Узловые уравнения напряжений решённые методом Ньютона (RastrWin3)	
Степень утяжеления	Количество итераций	Степень утяжеления	Количество итераций
1	4	1	1
2	7	2	1
3	9	3	2
4	13	4	2
5	29	5	3
6	Режим разошелся	6	Режим разошелся

Таблица 2. Результаты сходимости при увеличении нагрузки в узлах.

Обращённые узловые уравнения напряжений решённые методом простой итерации (исследуемый метод)		Узловые уравнения напряжений решённые методом Ньютона (RastrWin3)	
Напряжение в балансирующем узле	Количество итераций	Напряжение в балансирующем узле	Количество итераций
359	4	359	1
300	6	300	1
250	7	250	2
200	10	200	2
150	Режим разошелся	150	Режим разошелся

Плюсы рассмотренного метода: полученные уравнения имеют простое и понятное представление, благодаря этому расчет методом узловых уравнений легко запрограммировать. К недостаткам можно отнести сходимость данного метода, особенно при расчетах утяжеленных режимов, на вычисление которых может потребоваться до нескольких десятков итераций, для достижения требуемой точности расчета. При расчете объемной схемы это может сказаться на точности расчетов и потребовать значительных вычислительных мощностей.

Литература

1. Электрические системы и сети: Учебник/ Поспелов Г.Е., Федин В.Т., Лычёв П.В. – Мн.: УП «Технопринт», 2004. – 720 с.
2. Шиманская Т. А. Методическое пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине «Математические модели в энергетике» для студентов специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети». – Мн.: БНТУ, 2010.