

# АЛГОРИТМИЗАЦИЯ РАСЧЁТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ

*В.В. Тарасенко*

Модель сети с распределённой генерацией (РГ), описанная в [1–4], кроме эксплуатационных затрат на топливо, масло, докупку электроэнергии, тепла и др. учитывает ещё и затраты на потери в распределительной сети 6–35 кВ. Расчёт потерь ведётся последовательно для каждого участка отдельно, начиная с ветвей дерева и постепенно продвигаясь к его корню. Такой способ требует вручную прописывать связи между ветвями, что затрудняет работу программы, требует от пользователя знания самой методики расчёта, увеличивает трудоёмкость ввода данных, повышает вероятность ошибки при вводе.

Избежать обозначенных недостатков позволяет «метод вторых адресов» [5]. Разработанный на заре программирования, он позволял сократить требования к оперативной памяти компьютера. При современном развитии техники это свойство уже не играет столь существенной роли, но ценность приобретает другое свойство метода. Алгоритм позволяет вводить данные в форме таблицы. При этом изменение конфигурации сети требует лишь изменить эти данные. Алгоритм пишется один раз и является универсальным для сети любой конфигурации.

Работу алгоритма рассмотрим на примере расчёта потерь в фидере 21 сети ЮУрГУ (рис. 1). Важным условием для данного метода является нумерация всех узлов сети и запись в таблицу каждой ветви с обозначением узла начала (УН) и узла её конца (УК). Узел в корне дерева (нулевой на рис. 1), где расчёт должен будет закончиться, обозначается по-особому, чтобы его можно было легко идентифицировать (в данном случае ему присвоено отрицательное значение  $-100$ ).

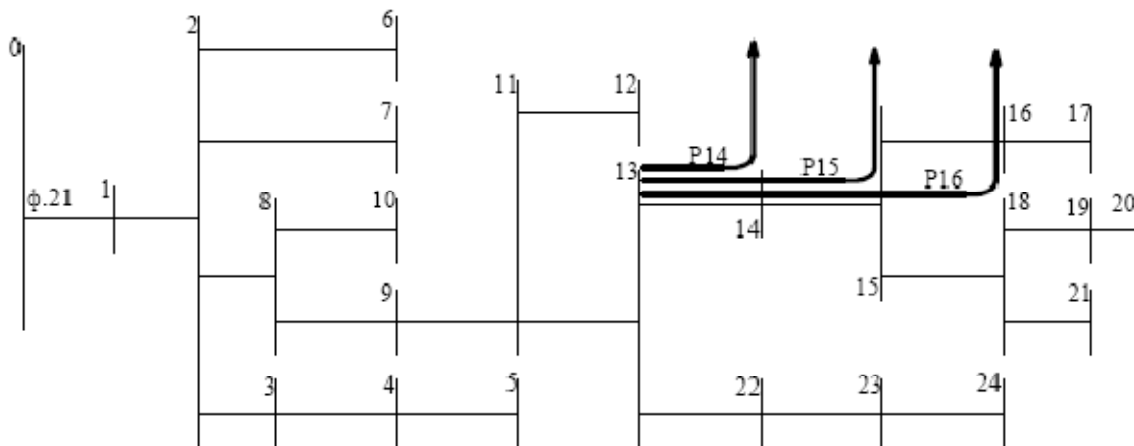


Рис. 1. Схема фидера 21 сети электроснабжения ЮУрГУ

Весь алгоритм расчёта потерь методом вторых адресов состоит из трёх блоков: задание правила поиска второго адреса, предварительный расчёт потокораспределения, наложение потерь.

#### *Задание правила поиска второго адреса*

Физический смысл нахождения второго адреса лучше пояснить на примере. Пусть дано начало какой либо ветви, например ветви 8–10 (см. рис. 1). Второй адрес показывает конец ветви, которая ближе к корню по отношению к заданной ветви на один шаг (т. е. указывает на ветвь 2–8). Другими словами нахождение второго адреса – это математическое задание взаимосвязи между двумя смежными ветвями.

В древовидной схеме распределительной сети каждый узел начала ветви является в то же время концом для другой ветви, кроме узла в корне дерева (узел «0» на рис. 1). В таблице исходных данных задаются массивы УН и УК, каждый узел имеет свой уникальный адрес. Если рассматривать любой УН, то среди УК тоже будет этот же узел, только адрес у него будет другой. Алгоритм находит этот адрес (второй адрес) и определяет связь адреса узла в столбце УН с его адресом в столбце УК. Второй адрес позволяет перейти к ветви, которая в дереве лежит на один шаг ближе к корню, чем рассматриваемая. Тем самым математически задаётся конфигурация сети и связи между узлами. Блок-схема этой части алгоритма показана на рис. 2.

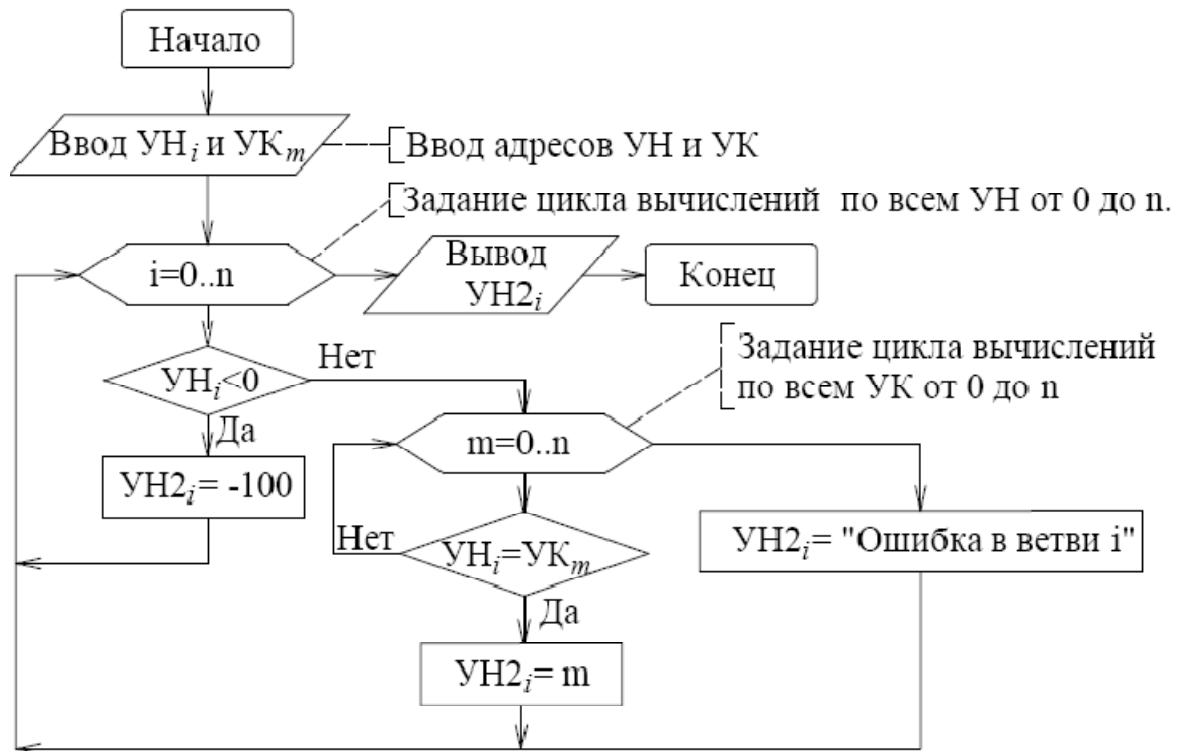


Рис. 2. Блок-схема алгоритма поиска второго адреса

#### Алгоритм расчёта потокораспределения

Эта часть алгоритма вычисляет нагрузку текущей ветви и прибавляет к ней все нагрузки последующих ветвей. Последующие ветви определяются с помощью описанного выше алгоритма нахождения второго адреса. По каждой ветви схемы течёт поток равный мощности нагрузки в конечном узле этой ветви, если рассматривать ветвь 13–14 на (рис. 1), то это будет поток P14. К нему добавляются транзитные потоки нагрузок в конечных узлах последующих ветвей P15, P16 и т. д.

Для такого последовательного сложения сначала задаётся некоторая ветвь (например 13–14) с УК (14). Находится её поток (P14). Затем последовательно перебираются все узлы начала и для каждого находится второй адрес (т. е. конец ветви, лежащей выше той, для которой он является началом). Если для определённого узла начала (например 14) его второй адрес совпал с заданным вначале узлом конца (14), очевидно, что поток ветви, характеризуемой этим узлом начала (поток P15 ветви 14–15) тоже транзитом протекает по рассматриваемой ветви (13–14). Аналогично узел УК15 является началом для другой ветви (15–16) и т. д. Процесс повторяется пока все нижележащие ветви не будут рассмотрены. На рис. 3 изображена блок-схема алгоритма расчёта потокораспределения.



Рис. 3. Блок-схема алгоритма расчёта потокораспределения

### *Наложение потерь*

Протекание по ветви потока мощности вызывает в ней потери. Компенсация этих потерь осуществляется за счёт протекания дополнительных потоков. Эти дополнительные потоки, вызванные потерями в сети, и рассчитывает третья часть алгоритма. Потери вычисляются известными способами [6], а алгоритм их наложения абсолютно идентичен алгоритму расчёта потокораспределений.

Получив таким образом полное потокораспределение в сети, включая потери, вычисляются потери в каждой ветви фидера. По тому же принципу можно рассчитать и напряжения в каждом из его узлов.

Реализация метода вторых адресов в пакете Easy NP 2.0, в котором реализована вся модель, невозможна из-за отсутствия необходимых операторов. Но практическое применение модели на базе ГА потребует написания специальной программы со специально проработанным интерфейсом в которой расчёт потерь мощности следует производить данным методом.

С помощью описанного метода появляется возможность оперативного изменения расчётной схемы и поиска оптимальной её конфигурации, что позволяет при оснащении участков реклоузерами проводить адаптивное управление конфигурацией сети в зависимости от изменения нагрузки.

## Библиографический список

1. Тарасенко, В.В. Генетический алгоритм выбора распределённой генерации / В.В. Тарасенко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2010. – Вып. 13. – № 14 (190). – С. 15–19.
2. Тарасенко, В.В. Принципы математического описания технико-экономических показателей распределённой генерации / В.В. Тарасенко // Сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов, аспирантов. – Тольятти ТГУ, 2009. – С. 179–180.
3. Тарасенко, В.В. Задача выбора состава работающего оборудования в сетях с распределённой генерацией / В.В. Тарасенко // Сб. докл. II науч. конф. аспирантов и докторантов. – Челябинск ЮУрГУ 2010, С. 194–197.
4. Булатов, Б.Г. Выбор схемы развития системы энергоснабжения студгородка ЮУрГУ на основе генетического алгоритма / Б.Г. Булатов, В.В. Тарасенко // Сб. докл. всерос. науч.-техн. конф. «Электроэнергетика глазами молодёжи». – Екатеринбург, 2010. – Т. 2. – С. 176–180.
5. Ющенко, Е.Л. Адресное программирование / Е.Л. Ющенко. – Киев: Техническая литература, 1963. – 288 с.
6. Идельчик, В.И. Электрические системы и сети: учеб. для вузов / В.И. Идельчик. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.