

# К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ НАСТРОЙКИ АЛАР КПАМ: ФИКСАЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Бухаров Д. С.

Служба автоматизированных систем диспетчерского управления, филиал АО «СО ЕЭС» «Региональное диспетчерское управление энергосистемы Иркутской области»

Иркутск, Российская Федерация

E-mail: bukharovds@gmail.com

*Реализованы методы определения принадлежности точек годографа вектора сопротивления к характеристике срабатывания устройств АЛАР, расположения органа направления мощности, вычисления формы характеристики с учетом условий чувствительности устройства АЛАР. Программное обеспечение позволяет оценить время нахождения годографа в характеристике срабатывания и графически отобразить результаты расчетов для возможности анализа полученных результатов.*

## ВВЕДЕНИЕ

Настройка устройств автоматической ликвидации асинхронного режима (АЛАР) – трудоемкий процесс, сопряженный со значительным количеством ручных операций, автоматизация выполнения которых имеет немаловажное значение. Получение адекватной настройки устройств АЛАР напрямую связано с многократной имитацией работы устройств АЛАР на совокупности исходных данных, характеризующих собой переходные процессы с возникновением асинхронных режимов (АР).

## 1. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АЛАР

Моделирование работы устройств АЛАР и автоматическое вычисление параметров их характеристики срабатывания – ключевые процессы, заложенные в основу разрабатываемого программного обеспечения (ПО).

Исходными данными при настройке характеристики являются массивы значений времени, активного  $R$  и реактивного  $X$  сопротивления, полученных в результате расчета переходного процесса. Каждый массив содержит в себе по несколько тысяч временных отсечек и парных им значений  $R$  и  $X$ . При этом различие в мощности данных массивов может составлять до нескольких тысяч значений.

В основу разрабатываемого ПО автоматической настройки устройств АЛАР положена итеративная процедура вычисления характеристики, которая разработана с учетом рекомендаций разработчика устройств КПАМ [1].

Срабатывание устройства АЛАР фиксируется при последовательном прохождении годографа АР через чувствительный (ЧО) и грубый орган (ГО) характеристики и пересечении органа направления мощности (ОНМ) (рис. 1), при этом вычисляется время прохождения годографа через область ЧО:  $T = t_2 - t_1$ , где  $t_1$  и  $t_2$  – моменты времени, в которые зафиксированы соответственно первая и последняя точка последовательности, принадлежащей области ЧО.

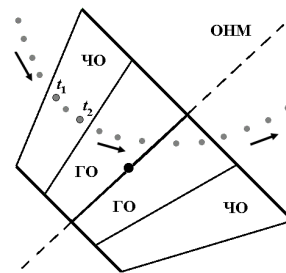


Рис. 1 – Моделирование работы устройства АЛАР

Если  $T \geq T_{act}$  ( $T_{act}$  – минимально необходимое время для фиксации АР), то отмечается работа автоматики и годограф маркируется «пойманным».

## II. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ТОЧКИ К ЗАДАННОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФИГУРЕ

Поскольку характеристика устройства АЛАР имеет трапециевидную форму, то она без особых проблем представляется в виде двух треугольников.

Исследованы алгоритмы определения принадлежности точки к заданному треугольнику, основанные на методе сравнения площадей, методе относительности координат, векторном методе и методе трассировки лучом.

В ходе вычислительного эксперимента наилучший результат показал метод относительности координат.

Определение принадлежности точки к заданной геометрической фигуре – одна из самых трудоемких и затратных по вычислительным ресурсам процедура. Поэтому применение этого метода в чистом виде является неэффективным.

Существенно меньшее количество вычислительных операций выполняется при определении принадлежности точки к прямоугольнику. Выполнено комбинирование двух методов с целью снижения вычислительных затрат.

Суть комбинирования следующая: трапециевидная характеристика описывается прямоугольником; в первую очередь для любой точки выполняется проверка принадлежности к этому

описывающему прямоугольнику; если некоторая точка оказывается внутри описывающего прямоугольника, то принадлежность определяется по методу относительности координат.

Количество точек, лежащих внутри описывающего прямоугольника, составляет от 10% до 20% от общего числа. Время вычисления сокращается приблизительно на 70%.

### III. ЭТАПЫ НАСТРОЙКИ АЛАР

- Определение положения ОНМ: осуществляется методом деления пополам, который специально модифицирован для решения текущей задачи. Метод позволяет за конечное число операций вычислить наилучший угол наклона ОНМ. Угол наклона ОНМ оказывает существенное влияние на конечную форму характеристики.
- Определение длин оснований трапеции ГО и ЧО: осуществляется шаговым методом с инерционной составляющей, позволяющей выходить из области притяжения локальных минимумов и получать такие длины оснований, при которых охватывается наибольшее количество АР. Бесконечное увеличение длин оснований невозможно, поскольку величины R и X изменяются в конечном диапазоне, охват которого хотя бы на половину приводит к невозможности фиксации АР.
- Корректировка высоты и длин боковин трапеции по условию чувствительности: осуществляется наращиванием длин на заданную величину согласно рекомендациям разработчика устройств АЛАР [1]. Условие чувствительности для боковины/высоты соблюдается, если точка пересечения годографа АР и боковины/высоты делит по-

следних на отрезки более 0,1 от длины этой боковины/высоты.

Для получения оптимальной настройки устройства АЛАР необходимо многократное моделирование работы устройства АЛАР после каждого изменения характеристики. Это необходимо для вычисления таких параметров, которые обеспечивали бы корректную работу самого устройства АЛАР в условиях промышленной эксплуатации на объектах электроэнергетики.

### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все алгоритмы реализованы в виде ПО «Расчет параметров устройства АЛАР» (рис. 2). Вычисление характеристики устройства АЛАР при обработке 500 годографов на компьютере с четырехядерным процессором Intel(R) Core(TM) i7-5600 CPU 2.60 GHz под управлением операционной системы Windows 7 выполняется за 10 минут. За весь цикл автоматической настройки характеристики выполняется от  $10^7$  до  $10^8$  проверок принадлежности точек годографов АР к характеристике.

Снятие со специалиста вычислительной рутинной и предоставление возможности рассмотрения существенно большего количества АР, чем при «ручной» настройке, позволяет перевести процесс принятия решения по выбору характеристики на качественно иной уровень: исключается необходимость экспертной оценки исходных данных с целью получения АР с наибольшим влиянием на энергосистему; появляется возможность исследования большого числа АР, исключая человеческий фактор при выполнении вычислений.

1. Комплекс противоаварийной автоматики многофункциональный. 656455.206-01 РЭ. Новосибирск: Институт автоматизации энергетических систем, 2013. – 60 с.

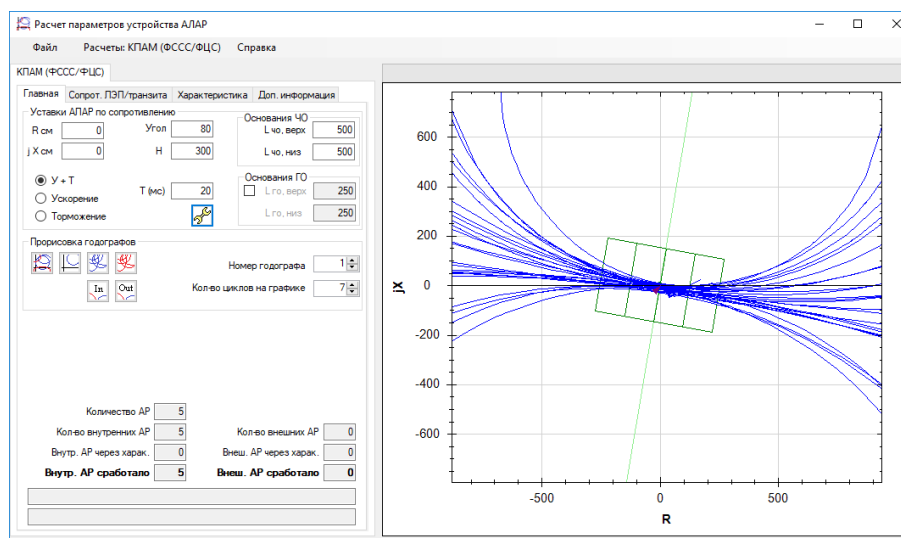


Рис. 2 – Интерфейс ПО «Расчет параметров устройства АЛАР»