

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ДЛЯ ПРОТЯЖЕННЫХ ЛИНИЙ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКОЙ С УЧЕТОМ ВЕРОЯТНОСТНОГО ХАРАКТЕРА ВЛИЯЮЩИХ ФАКТОРОВ

Н.А. Отрашевский

Томский Политехнический Университет

Проблема данного исследования связана с определением предельных режимов в сетевых районах с протяженными линиями 220-110 кВ и распределенной нагрузкой. Особенности таких районов заключаются в весьма большом количестве влияющих на электрический режим факторов.

В практике определения допустимых режимов одной из задач является назначение перечня влияющих факторов и их возможных значений. Оценка влияния тех или иных факторов на допустимые режимы осуществляется на основе субъективного их перебора и последующего выполнения серии расчётов. При этом субъективный перебор не может дать информации о том, какова вероятность выбранного предельного перетока, и как он соотносится с вероятностью практически возможных перетоков и перетоков, используемых для назначения максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков. При этом, как правило, ориентируются на наиболее тяжёлый режим, что может привести к неоправданному недоиспользованию пропускной способности сети, ограничению обмена электроэнергией из-за малой вероятности появления этого режима.

В связи с этим представляется целесообразным выполнять расчёты по определению предельных перетоков с учётом вероятностного характера влияющих факторов. Применение вероятностного подхода для рассматриваемых в данной работе объектов является еще более целесообразной из-за очень большого числа факторов, которые влияют на электрический режим. В частности, в различных сочетаниях могут встречаться значения активной и реактивной мощности нагрузки в многочисленных узлах сети, а также и значения мощности СКРМ. Неопределенность мощности нагрузки и ее случайный характер определяется еще и тем,

что в рассматриваемых в работе объектах заметную часть потребителей составляют резкопеременная тяговая нагрузка.

Одним из методов, который может быть использован для реализации такого подхода, является метод статистических испытаний (метод Монте-Карло). Необходимым этапом для реализации метода Монте-Карло является назначение законов распределения вероятности учитываемых влияющих факторов. Формирование случайных сочетаний влияющих факторов выполняется с использованием генератора случайных чисел. Каждое случайное сочетание влияющих факторов автоматически передаётся в расчётную модель, выполняется утяжеление режима для определения предельного перетока. При этом назначается необходимое количество случайных сочетаний влияющих факторов.

Для учёта вероятностного характера ВФ в задаче определения предельных перетоков требуется программа для расчёта электрических режимов и программа статистической вариации исходных данных. Случайная вариация исходных данных (в данном случае случайное сочетание ВФ) осуществляется с помощью устройства для генерирования последовательности случайных чисел с заданным законом распределения вероятностей. Для каждого случайного сочетания значений исходных данных (параметры нагрузок) выполняется расчёт режима, его утяжеление и определение предельного перетока в КС.

В качестве программы для расчёта установившихся режимов используется программный комплекс «RastrWin3» (далее – ПК «RastrWin3»). Поскольку используемый метод предполагает проведение большого количества однотипных операций, представляется целесообразным автоматизировать выполнение расчётов. Для решения этой задачи было разработано приложение на языке программирования C#.

Блок-схема алгоритма расчета представлена на рисунке 1.

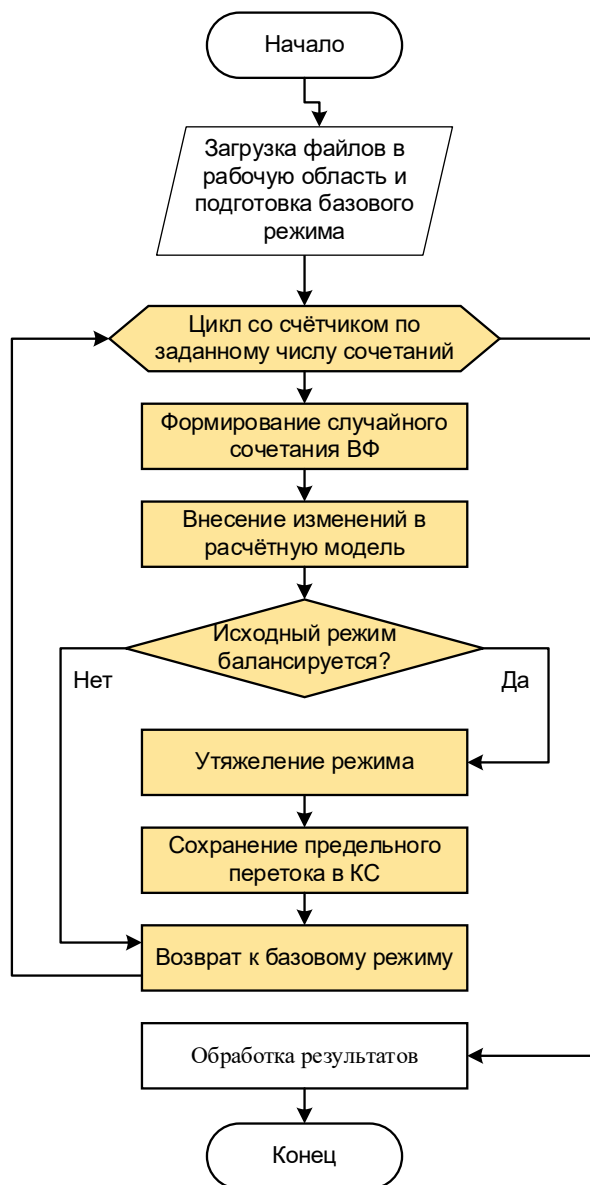


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма

Рассмотрим далее назначение отдельных элементов блок-схемы:

1) На первом этапе происходит загрузка в рабочую область файлов режима в формате ПК «RastrWin3» (*.rg2) и подготавливаются исходные данные, происходит инициализация переменных, хранящих информацию о ВФ. Сюда входят номера узлов и ветвей, массивы для выходной информации, а также количество реализаций сочетаний ВФ

2) Далее начинается выполнение цикла со счётчиком по заданному заранее числу сочетаний. В блоке «Формирование случайных сочетаний ВФ» происходит формирование случайной реализации сочетания ВФ.

4) «Внесение изменений в расчётную модель». Здесь происходит изменение состояния или параметров конкретных нагрузок в расчётной модели.

5) После формирования сочетания значений ВФ и задания их в расчётной модели происходит расчёт установившегося режима. Если исходный режим балансируется, то возможно дальнейшее определение предельного перетока, если же режим расходится, то выполняется переход к следующей итерации цикла.

6) «Утяжеление режима». Выполняется процедура случайного утяжеления нагрузок. Каждой нагрузке на каждом шаге присваивается случайная доля приращения.

7) По окончании утяжеления фиксируется величина предельного перетока в КС и записывается в итоговый выходной массив данных.

8) После определения предельного перетока для текущего сочетания ВФ выполняется загрузка базового режима в рабочую область.

9) При многократном повторении таких расчётов формируются статистические данные об искомой величине, то есть о предельном перетоке активной мощности в КС. Последующая обработка этих данных даёт возможность получить гистограмму распределения плотности вероятности перетоков в сечении.

Гистограмма плотности вероятности, полученная в ходе применения алгоритма, описывает вероятность конкретной величины предельного перетока. На данную гистограмму можно нанести значение перетока из нормативного документа, чтобы получить вероятность того, что расчетное значение перетока будет меньше инструктивного. На рисунке 1 показан наглядный пример.

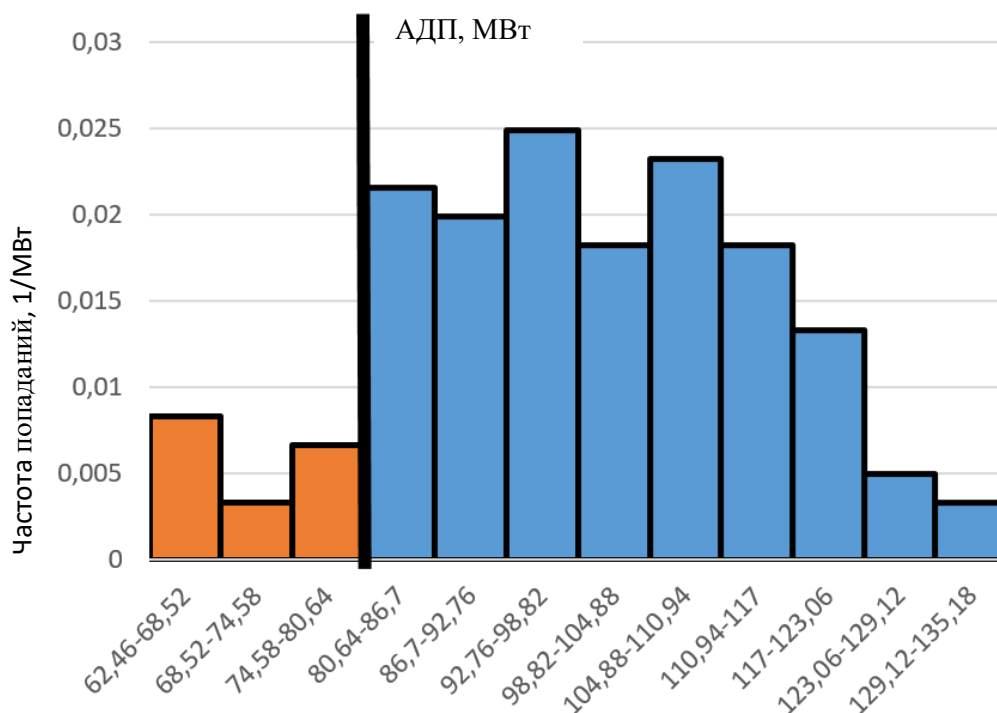


Рисунок 1 – Гистограмма АДП

Из рисунка 1 можно получить вероятность того, что расчетное значение перетока будет меньше инструктивного значения путем вычисления площади оранжевой области гистограммы. Эта вероятность составляет около 7 процентов, из чего можно сделать вывод, что инструктивное значение было взято с большим запасом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Домышев, А. В. Оценка режимной надёжности электроэнергетических систем на основе метода Монте-Карло / А. В. Домышев, Д. С. Крупнев. – Текст (визуальный) : электронный // Электричество. – 2015. – № 2. – С. 4–12. – URL: <http://old-etr1880.mpei.ru/index.php/electricity/article/view/515>.

2. Игнатьев, Д. А. Определение статистических показателей режимной надёжности электроэнергетической системы методом Монте-Карло / Д. А. Игнатьев, С. А. Гусев, В. А. Федюшин, В. П. Обоскалов. – Текст (визуальный) : электронный // Энергетика глазами молодёжи – 2016 : материалы VII Международной научно-технической конференции. – Казань, 2016. – Т. 2. – С. 208–211. – URL: 135

Научный руководитель: Р.А. Вайнштейн, д.т.н., профессор.