

Учет повторного заземления нулевого провода при расчёте режимов и потерь в электрических сетях 0,38 кВ

Фурсанов М.И., Золотой А.А., Макаревич В.В.
Белорусский национальный технический университет

На практике часто приходится выполнять расчёты режимов, как существующих, так и проектируемых электрических сетей 0,38 кВ.

Расчёт режима, как правило, производится упрощённо и не учитывает влияние повторных заземлений нулевого провода (ПЗНП), которые согласно ПУЭ должны устанавливаться на концах воздушных линий, ответвлениях от ВЛ длиной более 200 м и на вводах от ВЛ к электроустановкам, подлежащих занулению. По условиям защиты от грозových перенапряжений могут осуществляться и более частые заземления.

Учёт ПЗНП приводит к появлению в схеме замещения (СЗ) дополнительных ветвей, связывающих нулевой провод с землёй и создают в схеме контуры. Топология сети нулевого провода становится замкнутой. Учитывая низкую достоверность режимной информации о потребителях и невысокое напряжение сети растеканием токов нулевой последовательности в земле можно пренебречь и землю заменить узлом сети, соединённым с нулевым проводом ветвями, имитирующими заземляющие устройства.

Для расчёта режима сети нулевого провода с учётом ПЗНП предлагается метод узловых напряжений. Режимной информацией в узлах сети являются токовые инъекции, при этом система уравнений узловых напряжений становится линейной и однозначно разрешимой относительно напряжений узловых точек СЗ:

$$\underline{\mathbf{Y}}_v \underline{\mathbf{U}} = \underline{\mathbf{I}}, \quad (1)$$

где $\underline{\mathbf{Y}}_v$ – комплексная матрица собственных и взаимных узловых проводимостей; $\underline{\mathbf{U}}$ и $\underline{\mathbf{I}}$ – векторы-столбцы комплексов узловых напряжений и токов.

В системе уравнений (1) неизвестными являются узловые напряжения сети нулевого провода. Так как уравнения системы (1) линейны и большинство недиагональных элементов матрицы $\underline{\mathbf{Y}}_v$ равны нулю, то для решения системы (1) эффективны точные методы с оптимальной стратегией исключения неизвестных, например метод Гаусса.

Учёт ПЗНП оказывает влияние на параметры режима и потери мощности в сети 0,38 кВ, причём сила влияния пропорциональна степени несимметрии токов нагрузки фаз и обратно пропорциональна сопротивлению заземляющих устройств и заземлителей.