

обувь изолирующая, то прикосновение к заземленному объекту вызовет разряд этой емкости. Искра и ток могут быть не только неприятными, но даже опасными (при токах свыше 5–10 мА) для человека. Еще опаснее разряд емкости автобуса или автомашины на резиновом ходу через тело человека на землю. Представьте, что автобус остановился под действующей линией сверхвысокого напряжения, а вы пытаетесь в него войти. Возникнет крайне опасная ситуация. Несложные расчеты показывают, что ток, который пройдет через тело в момент (и после) прикосновения человека к ручке двери автобуса, может достигать критических величин. Нельзя автобусу останавливаться под линией, и тем более нельзя в это время входить в него и выходить из него!

А как быть с трактором, вспахивающим зябь, или с любой другой техникой в районе воздушных линий? Совершенно очевидно, что эту технику надо заземлять, а людей, которые на ней работают, обучить специальным мерам безопасности и обязательно оговорить время их пребывания под воздушными линиями или в районе их.

УДК 621.315

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

*А.В. Комар*

**Научный руководитель А.П. ТОМКЕВИЧ**

Для эффективного управления электрическим режимом энергосистемы, желательным является расчет установившегося режима в реальном времени, что невозможно без непосредственного использования средств телемеханики и ЭВМ. Задача расчета установившегося режима может выступать как самостоятельный вопрос, а также как подзадача в более сложных расчетах (например, оптимизационных). В связи с этим актуально исследование путей совершенствования существующих и разработка новых методов расчета установившегося режима. Ключевой проблемой этого вопроса является получение алгоритма расчета, дающего гарантированное решение задачи в случае существования режима. К сожалению, используемые в настоящее время итерационные методы расчета не обладают указанным свойством.

Определяющую роль при выборе метода расчета режима играет принятая физическая модель сети (в практических расчетах – это нелинейная схема замещения с сосредоточенными параметрами). В результате получаем нелинейную систему алгебраических уравнений.

При использовании итерационных методов расчета значительное влияние оказывает форма записи уравнений системы. Эмпирически

показано, что метод Ньютона-Рафсона обладает наилучшей сходимостью для системы уравнений, записанной по методу узловых напряжений в форме баланса действительной и мнимой составляющих токов в декартовых координатах. Видимо, этот алгоритм реализован в программах Rastr и Mustang.

Интерес представляют градиентные методы решения систем нелинейных уравнений, базирующиеся на нахождении минимума гиперфункции. Предпринимаются попытки разработки электротехнических подходов для упрощения решения систем нелинейных уравнений – метод диакоптики, применяемый для расчета многоузловых (более 10000 узлов) энергосистем; метод эквивалентных преобразований (алгоритм Бухбергера), суть которого в сведении многоузловой схемы к схеме двух узлов и итерационного решения, получившегося нелинейного уравнения высокого порядка.

Альтернативой итерационным методам являются методы получения аналитического решения нелинейной системы уравнений, позволяющие также записать условия существования установившегося режима.

УДК 621.316.925

## **АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ СРАБАТЫВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ, УСТАНОВЛИВАЕМЫХ В ЦЕПЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

*М.Н. Новиков, В.Л. Рашкевич, А.В. Яршевич*

**Научный руководитель Е.В. ГЛИНСКИЙ, доцент**

В настоящее время актуальной задачей по повышению надежности работы устройств релейной защиты, автоматики, сигнализации и управления является расчет токов короткого замыкания и проверка селективности действия защитных аппаратов, установленных в цепях постоянного тока электрических станций. В рамках решения этой задачи возникает необходимость определения времени срабатывания автоматических выключателей при известных величинах тока, протекающих по ним.

В цепях постоянного тока используются автоматические выключатели, имеющие различные технические и защитные характеристики. Для унификации описания используемых автоматических выключателей с различными техническими и защитными характеристиками, принята обобщенная время-токовая характеристика срабатывания автома-