

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ДЛЯ СЕТЕЙ *SMART GRID*

В.К. Сибирцев

Томский политехнический университет

ЭНИН, ЭПП, группа 5АМ5Е

При проектировании электрических сетей невозможно учесть все факторы, такие как перегиб кабеля при прокладке, отличную реальную нагрузку от заданной в проекте, внешние факторы (погодные условия), поэтому при пусконаладочных работах производятся замены защитных аппаратов с другими номинальными величинами. Позже, при эксплуатации производится еще одна регулировка или замена устройств.

Неотъемлемой частью систем электроснабжения являются автоматические выключатели (АВ), которые работают как в номинальных режимах, оперативных коммутаций, так и в аварийных режимах, при коротких замыканиях [1]. С усложнением схем и увеличением чувствительности защищаемого электрооборудования к токовым перегрузкам, к аппаратам защиты повышаются предъявленные требования высокого быстродействия с целью ограничения этих токов.

Так существует несколько способов моделирования защиты электрической сети предприятия: классический способ, который основывается на построении схемы электроснабжения на основе коэффициента спроса (метод характеризуется большим числом допущений и эмпирических коэффициентов) и автоматизированный способ, учитывающий, как векторное распределение электрических величин, так и реальное представление о топологии и геометрии элементов сети.

Автоматизированный способ учитывает следующие факторы: характеристики кабельных линий при изменении температуры, возможность перегиба кабеля при монтаже, изменение погодных условий, которые влекут за собой изменение параметров работы электрооборудования, характеристики защитного оборудования, учитывающие инерцию отключающего механизма. Именно такое представление электрической сети допустимо при построении *Smart Grid* [2]. Часто эти расчетные модули являются интегрированными в *SCADA* системы, на которых строится контроль и управление *Smart Grid*.

В качестве исходных данных для выполнения работы представлена реальная схема электроснабжения жилых домов и нежилых помещений от подстанции ТП 459 Томских городских сетей (рисунок 1), реальная информация по потребителям и нагрузкам, параметры и характеристики электроустановок.

Участок для расчета рабочих токов и токов КЗ принят линия до потребителя ЭП-4.



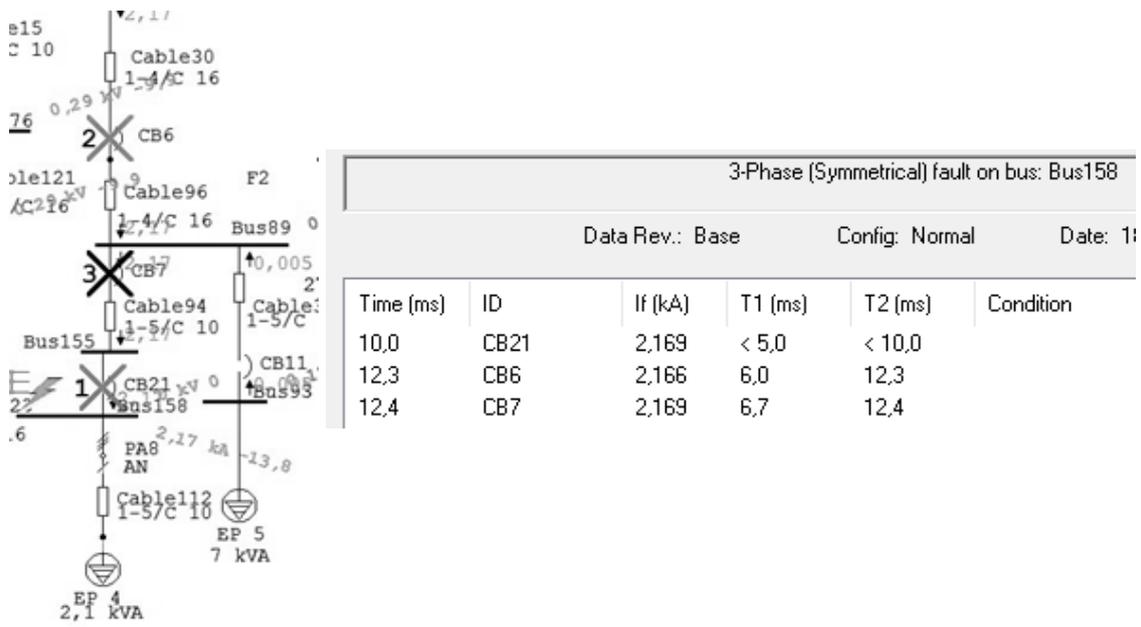


Рисунок 2 – Очередность и время срабатывания автоматических выключателей при КЗ

По полученным данным можно сделать вывод о неселективной работе защитной аппаратуры, а значит не обеспечивается надежность электрической сети в полной мере.

Автоматизированный способ исключает искаженное представление о работе коммутационного оборудования и дает детальное отображение информации о состоянии электрической сети и аппаратов, всех действующих значениях тока и напряжения. На первом этапе расчета обеспечивается полнота данных схемы электроснабжения – вносятся все параметры линий, трансформаторов и коммутационных аппаратов, что является исходными данными для построения карты селективности. Именно возможность учесть те характеристики, которые не учитываются в классическом методе, создает полную картину состояния электрической сети. Соответственно, чем больше факторов учтено, тем точнее будет отстроена защита и тем надежнее будет электрическая сеть.

Для наглядного представления защитных характеристик строится карта селективности (рисунок 3). Характеристики аппаратов защиты представляются более детально, в отличие от классического способа, но является трудозатратным в плане сбора исходных данных по параметрам схемы. Поэтому можно говорить о повышенной точности при построении сетей *Smart Grid* и их защиты, а значит и об уменьшении погрешности при выборе коммутационной аппаратуры, что ведет к уменьшению затрат при монтаже и пуско-наладки.

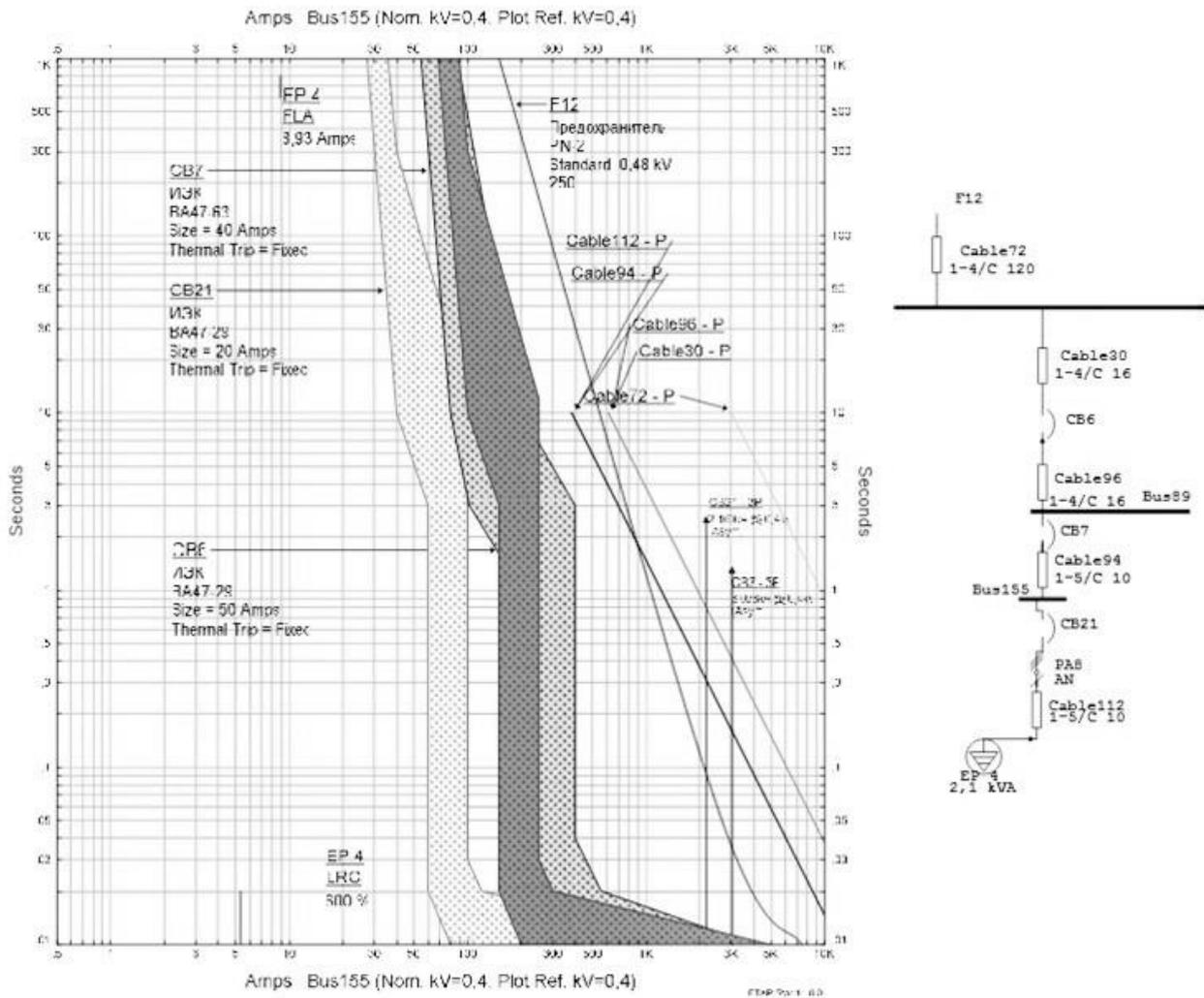


Рисунок 3 – Карта селективности защищаемого участка

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Аветян А. Г. Особенности применения нерегулируемых автоматических выключателей в осветительных и аналогичных сетях. Дисс. канд. техн. наук. 2006.
2. Кобец Б.Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. – М.: ИАЦ Энергия, 2010. – 208с.
3. Аппараты распредустройств низкого напряжения: справочник / Ч.1. Вып. 1 и 2. Автоматические выключатели до и свыше 630 А. – М.: Патент, 1992. – 308 с.

Научный руководитель: Е.А. Шутов, к.т.н., доцент каф. ЭПП ЭНИН ТПУ.