

УДК 620.9

ЛОГИЧЕСКАЯ СЕЛЕКТИВНОСТЬ В СЕТЯХ ДО 1 КВ DESIGN FEATURES OF ELECTRICAL DEVICES USED FOR HIGH SHORT-CIRCUIT CURRENTS

С. В. Копко, Я. А. Семенчук

Научный руководитель – А. Ю. Капустинский, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь

S. Kopko, Y. Semenchuk

Supervisor – A. Kapustsinski, Senior Lecturer
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Аннотация: в данной статье произведен обзор на методы селективной защиты сетей электроснабжения напряжением до 1 кВ, раскрыта тема применения карт селективности и целесообразности их применения.

Abstract: this article provides an overview of the methods of selective protection of power supply networks with voltage up to 1 kV, the topic of using selectivity cards and the feasibility of their use is disclosed.

Ключевые слова: селективность, защита, УЗО, дифавтомат, логическая селективность, карта селективности.

Key words: selectivity, protection, RCD, difavtomat, logical selectivity, selectivity map.

Введение

Для обеспечения устойчивого электроснабжения потребителей электроэнергии необходимо применять скоординированные элементы защиты, которые являются селективными.

Основной целью работы селективных электрических аппаратов защиты является отключение только поврежденного участка цепи с целью минимизации отключения питания для максимального числа потребителей.

Существует несколько видов селективности: абсолютная и частичная. Абсолютная селективность достигается, когда при любом сверхтоке срабатывает только один автоматический выключатель, расположенный близко к повреждению, который остается выключенным на неопределенный период времени.

Частичная селективность возможна, если параметры защитных устройств не согласованы правильно, и в этом случае короткое замыкание может вызвать срабатывание нескольких защитных устройств, что приведет к отключению всей электроустановки или ее значительной части. Это может вызвать экономические потери для потребителей и значительные простои неповрежденной части установки.

Для реализации селективной работы между двумя автоматами в режиме короткого замыкания используется техника, основанная на использовании автоматов и/или устройств разных типов и настройки, которая

позволяет избежать пересечения кривых. Существует несколько основных способов, которые чаще всего используются для достижения селективности между аппаратами в режиме короткого замыкания: токовая селективность, временная селективность и логическая селективность.

Основная часть

К основным видам селективной защиты относятся временная и токовая.

Временная селективность – это форма селективности, которая обеспечивает защиту благодаря разнице во времени срабатывания различных устройств защиты. Для этого в цепи должны быть установлены автоматы с одинаковыми токовыми характеристиками, но с различными временными задержками. Автомат, расположенный ближе к месту повреждения, срабатывает практически мгновенно, в то время как следующий автомат срабатывает через определенное время и так далее.

Токовая селективность – это форма селективности, которая работает по принципу обратному временной селективности. В этом случае все автоматы имеют одинаковую временную задержку при одинаковом значении тока в относительных единицах, но различные номинальные токи. Ближе к потребителям устанавливаются автоматы с меньшей уставкой по току, а далее, ближе к источнику питания, уставка увеличивается. Таким образом, если автомат защиты потребителя не сработал, его может защитить вышестоящий автомат, но с большей выдержкой времени для абсолютного значения тока. Этот вид защиты является наиболее распространенным и часто используется, так как является наиболее простым и экономически эффективным.

Для получения точной информации о том, являются ли защитные аппараты селективными, необходимо обращаться к производителю оборудования, так как данный параметр зависит от большого количества факторов: параметров сети, топологии сети, взаимодействие между защитными устройствами и другими. Кроме того, эффективность селективности может зависеть от правильной координации защитных устройств и наличия информации о токовых характеристиках оборудования [1].

Процесс определения селективности аппаратов защиты производителем обычно осуществляется опытно-аналитическим путем. Для этого проводятся эксперименты на специальных испытательных стендах, которые позволяют воспроизвести условия короткого замыкания в сети. В процессе эксперимента измеряются токовые характеристики защитных устройств и определяется точка срабатывания каждого устройства при различных значениях тока короткого замыкания. Затем производится анализ полученных данных, который позволяет определить, является ли защитный аппарат селективным.

После определения селективности каждого защитного устройства производитель составляет табл. селективности, которые содержат информацию о том, какие защитные устройства должны срабатывать при различных условиях короткого замыкания, чтобы обеспечить максимальную селективность и минимизировать отключение питания для остальных потребителей.

Эти табл. включают информацию о типе и настройках защитных устройств, а также о токовых характеристиках оборудования, которое защищается, пример данной табл. на рис. 1.

Ввод		<i>Compact</i> $I_{ном}, A$	<i>NS160N</i>				<i>NS250N</i>	<i>NS400N</i>	<i>NS630N</i>
			80	100	125	160	200	250	400
Отх. линия Выключатель		$I_{ном}, A$							
<i>Multi 9</i>	<i>C60N</i>	10-25	■	■	■	■	■	■	■
		32-40			■	■	■	■	■
		63				■	■	■	■
<i>Compact</i>	<i>NS80H</i>	2.5-6.3	■	■	■	■	■	■	■
		12.5		■	■	■	■	■	■
		25-80				■	■	■	■
	<i>NS100N</i>	16-100				■	■	■	■
	<i>NSA125N</i>	63-125				■	■	■	■
	<i>NS160N</i>	125-160						■	■
	<i>NS250N</i>	200-250							■

Рисунок 1 – Таблица селективности низковольтных автоматических выключателей.
Производство Schneider Electric

Для определения селективности защиты крупных систем, необходимо провести анализ графика, отображающего все смежные защитные характеристики в соответствии с расчетными параметрами. Данные графики называются картами селективности. Если на графике отсутствуют пересечения защитных кривых, то можно заключить, что защиты между собой являются селективными. Такой анализ помогает обеспечить надежную и эффективную защиту электроустановок и предотвратить возможные аварии. Для современных защитных систем с применением электронных расцепителей и электромагнитных расцепителей, ступень селективности при обеспечении временной селективности составляет 0,1 с.

Карты селективности (рис. 2) для сетей электроснабжения до 1 кВ составляются для определения последовательности отключения автоматических выключателей при возникновении короткого замыкания в сети. Они позволяют обеспечить наиболее эффективное и быстрое отключение участков сети, где произошло короткое замыкание, минимизируя при этом количество потребителей, оставшихся без электроэнергии.

Для составления карты селективности необходимо провести анализ схемы сети и определить последовательность расположения и характеристики автоматических выключателей на каждом участке сети. Затем необходимо определить время срабатывания каждого автоматического выключателя при возникновении короткого замыкания на участке сети, а также время, необходимое для отключения электроэнергии на данном участке.

В случае, если нет возможности обеспечения токовой и временной селективности, возможно обеспечение логической селективности. Логическая селективность достигается путем обмена информацией между автоматическими выключателями разного уровня системы распределения. Ее принцип заключается в том, что все автоматические выключатели, которые обнаруживают, что ток короткого замыкания превышает значение уставки расцепителя, отправляют сигнал «логическое ожидание» вышестоящему аппарату (ближе к источнику).

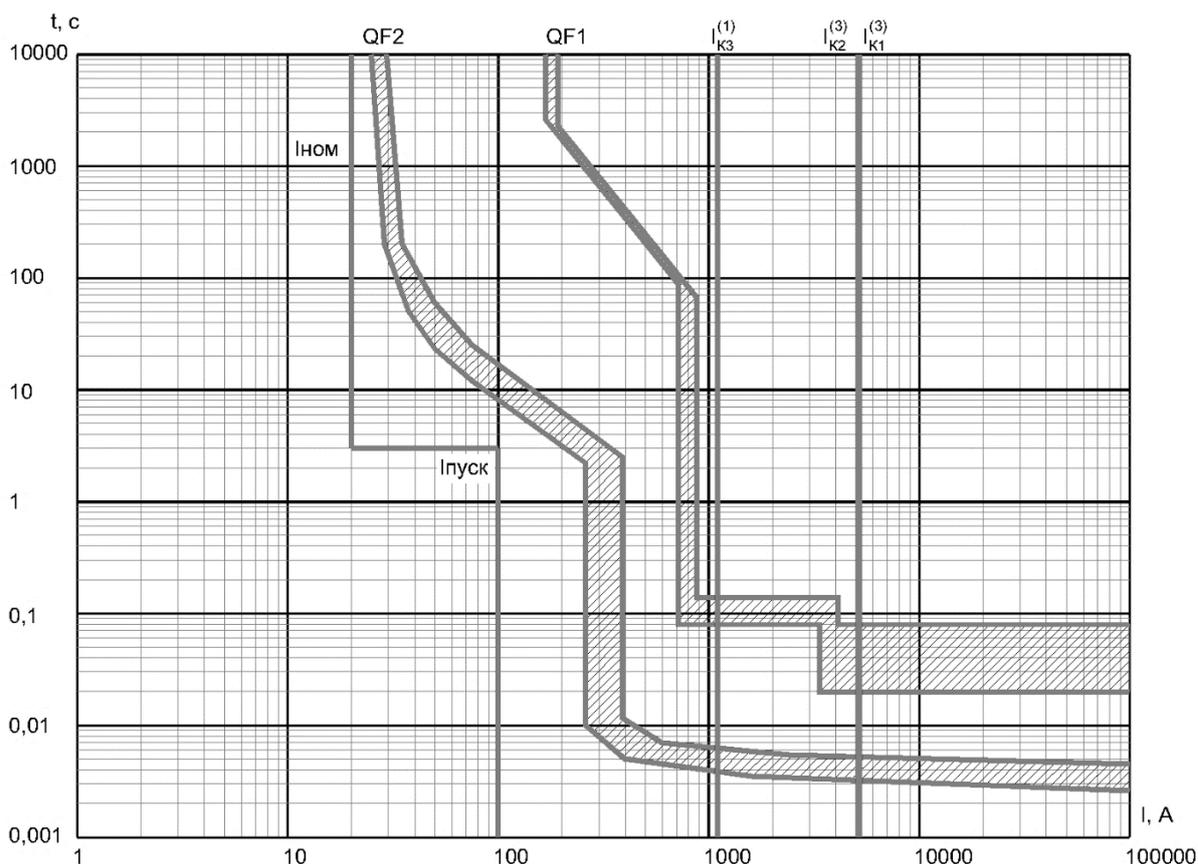


Рисунок 2 – Карта селективности

Расцепитель автомата, расположенного выше непосредственно от точки короткого замыкания, не получает сигнал «логическое ожидание» и срабатывает немедленно. Это проиллюстрировано на рис. 3.

Физический канал связи является неотъемлемой частью системы, обеспечивающей логическую селективность, и необходим для обеспечения правильной работы системы защиты. Он используется для передачи информации между защитными аппаратами и координации их работы в случае возникновения аварийных ситуаций.

При обеспечении логической селективности используются цифровые сигналы, которые передаются по физическому каналу связи. Это могут быть провода, оптические волокна, радиоканалы и другие способы передачи данных. Для обеспечения надежности системы защиты необходимо использовать дополнительный физический канал связи, который будет работать

независимо от основного канала связи. Это позволит избежать сбоев в работе системы защиты в случае отказа основного канала связи.

Одним из недостатков использования физического канала связи является увеличение затрат на оборудование и монтаж системы защиты. Кроме того, необходимо обеспечить надежность и безопасность физического канала связи, чтобы исключить возможность несанкционированного доступа к информации, передаваемой по каналу связи.

Таким образом, использование дополнительного физического канала связи является обязательным для обеспечения надежной работы системы защиты при использовании логической селективности. Он позволяет избежать сбоев в работе системы защиты в случае отказа основного канала связи и обеспечивает координированную работу защитных аппаратов при возникновении аварийных ситуаций [2].

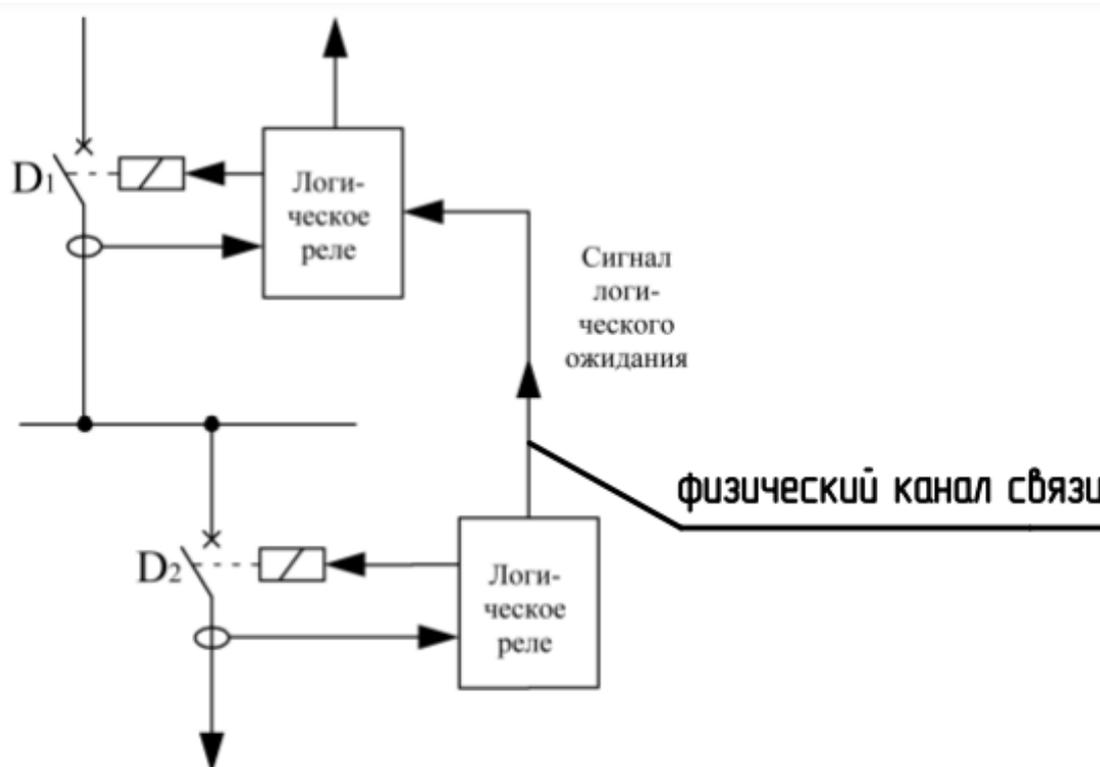


Рисунок 3 – Принципиальная схема работы логической селективности

Заключение

В данной работе рассмотрены различные виды селективной защиты, включая временную, токовую и логическую селективность. Каждый вид защиты имеет свои принципы работы и особенности применения. В частности, логическая селективность требует использования физического канала связи для обмена информацией между защитными аппаратами, что позволяет обеспечить правильную координированную работу системы защиты. Однако, использование дополнительного физического канала связи требует дополнительных затрат на оборудование и монтаж, а также требует обеспечения надежности и безопасности канала связи. Для определения эффективности и селективности защитных аппаратов производитель обычно

проводит опытно-аналитические исследования на специальных испытательных стендах. В целом, использование селективной защиты и правильное ее применение являются важными аспектами обеспечения надежной и безопасной работы систем электроснабжения

Литература

1. Предельная коммутационная способность автоматического выключателя таблица (lemzspb.ru) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lemzspb.ru/predel-naya-kommutatsionnaya-sposobnost-avtomaticheskogo-vyklyuchatelya-tablitsa/>. – Дата доступа: 18.04.2023.

2. Ограничение тока короткого замыкания автоматическими выключателями – электрические аппараты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studme.org/124241/tehnika/ogranichenie_toka_korotkogo_zamykaniya_avtomaticheskimi_vyklyuchatelyami/. – Дата доступа: 18.04.2023.