

Фарраев А.И.

студент ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Российская Федерация

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В СЕТЯХ 6-20 КВ

Аннотация. В статье определена актуальность темы исследования, рассмотрены особенности системы автоматического восстановления сети, выявлены её ключевые функции, изучена её современная структура и оборудование каждого уровня, представлены технико-экономические факторы внедрения системы для сети 6-20 кВ.

Ключевые слова: автоматизация энергосистемы, надежность электроснабжения, аварийные ситуации, восстановление сети, алгоритмы управления, структура, smart grid

Farraev A.I.

Student KSPEU, Kazan, Russia

INTRODUCTION OF AN AUTOMATIC POWER SUPPLY RESTORATION SYSTEM IN 6-20 KV NETWORKS.

Annotation. The article defines the relevance of the research topic, examines the features of the automatic network recovery system, identifies its key functions, studies its modern structure and equipment of each level, presents the technical and economic factors of the implementation of the system for a 6-20 kV network.

Keywords: automation of the power system, reliability of power supply, emergency situations, network restoration, control algorithms, structure, smart grid.

Электроэнергетический сектор Российской Федерации переживает период значительных трансформаций, в основе которых лежит стремление к повышению эффективности, надежности и безопасности функционирования энергосистем. Особое внимание в последние годы уделяется переходу к автоматизированным системам управления, которые способны минимизировать простои в работе распределительных сетей и обеспечить быстрое восстановление электроснабжения в случае аварий.

Возникновение проблем в распределительных сетях, таких как высокая плотность потребительских точек подключения на определенных участках

сети и использование радиальной схемы сетей, приводит к непредсказуемому отключению при возникновении короткого замыкания на линии питания. Для электросетевых компаний устранение аварий в распределительных сетях требует выезда специалистов, что приводит к прекращению электроснабжения потребителей до приезда и локализации аварии. Проблема становится особенно серьезной для длинных сетей, поскольку обнаружение аварийного участка становится первоочередной задачей.

В связи с чем одним из ключевых направлений в этом процессе становится внедрение систем автоматического восстановления электроснабжения сетей (САВС) 6-20 кВ. САВС, используя передовые технологии, включая интеграцию в комплексную систему Smart Grid («Умные сети»), и алгоритмы, способна быстро обнаруживать и локализовать места повреждений, а также автоматически переключать схемы сети таким образом, чтобы минимизировать зону отключения и ускорить процесс восстановления электроснабжения. Время восстановления электроснабжения колеблется от 20 до 90 секунд [1].

Система имеет некоторые **особенности**, дающие ей **преимущества** над традиционными методами восстановления электроснабжения. Во-первых, она обладает универсальной и гибкой логикой, которая позволяет ей адаптироваться к любой топологии сети без необходимости вмешательства человека. Во-вторых, она способна работать как в кабельных, так и воздушных и комбинированных сетях. Система автоматически определяет поврежденные участки даже в различных режимах нейтрализации, включая изолированную, компенсированную и эффективно заземленную нейтрали. Кроме того, система обладает возможностью автоматического восстановления питания потребителей, проводя анализ пропускной способности и приоритетов питающих узлов. Это позволяет сократить время перебоев в электроснабжении (недоотпуска электрической энергии) в аварийных ситуациях и снизить показатели SAIDI и SAIFI [3]. Также стоит отметить, что система способствует сокращению эксплуатационных расходов и времени

работы ремонтных бригад. Она предотвращает ошибочные действия персонала благодаря алгоритмам оперативной блокировки. Одной из важных особенностей является комплексная оценка состояния системы, которая позволяет проверять достоверность поступающих данных, исключая ложные срабатывания и восстанавливая недостоверные данные. Для тренировки диспетчеров предусмотрен тренажер, который позволяет имитировать работу системы в различных режимах. Кроме того, система легко интегрируется с любой SCADA-системой и с полевыми устройствами сторонних производителей.

Система обладает рядом важных **функций**. Она способна обнаруживать различные типы неисправностей в сети, такие как межфазные и однофазные замыкания. Кроме того, система автоматически определяет место аварии и восстанавливает работу сети с учетом оптимальных и допустимых переключений. В дополнение ко всему, САВС адаптирует конфигурацию сети при отключении питания в основных узлах. Контроль и восстановление пропущенных измерений также входят в функционал системы. Система может быть использована в режиме консультации, предоставляя дополнительные рекомендации и советы диспетчеру [4].

САВС имеет 3 последовательных уровня реализации.

На **первом** уровне происходит сбор данных от приборов измерения и контроля состояния коммутационных аппаратов, которые фиксируют междуфазные токи короткого замыкания (КЗ), токи нулевой последовательности в сетях с различными типами нейтрали: изолированной, эффективно заземленной либо компенсированной. Здесь используют электромагнитные разборные трансформатор тока нулевой последовательности (ДТНП), однофазные электромагнитные индикаторы тока короткого замыкания (ИТКЗ) с оптическим выходом, катушку Роговского или однофазные измерительные датчики тока (КР) и лазерные датчики для бесконтактного определения положения выключателя нагрузки в сетях напряжением 6-10 кВ [2].

На **втором** уровне системы происходит аккумулярование и слияние информации посредством цифровых каналов связи с нижнего уровня. Этот этап включает в себя проверку достоверности данных и определение местонахождения поврежденных участков. Кроме того, автоматически формируются команды управления для изолирования поврежденных участков и автоматического восстановления электроснабжения. Важным аспектом данного этапа является передача информационных сигналов на вышестоящий уровень для контроля работы и передача сигналов, подсказывающих диспетчеру принимать решения в ручном режиме работы системы. Также осуществляется передача команд управления, поступающих с вышестоящего уровня. На этом уровне используются многофункциональные контроллеры (пример: ARIS-22 хх/42 хх), терминалы релейной защиты (РЗ) с устройствами фиксации КЗ и трансформаторами напряжения для их подключения, многофункциональные измерительные устройства, счётчики и регистраторы аварийных событий [2].

Третий уровень представляет собой диспетчерское управление. На этом уровне включены серверы, которые работают с программным обеспечением SCADA. Может быть использовано программное обеспечение SCADA от различных производителей, поддерживающее обмен данными по стандартным протоколам. Оборудование третьего уровня выполняет функции сбора, долгосрочного хранения и визуализации информации на рабочих местах пользователей, а также предоставления возможности для формирования команд удаленного управления.

Внедрение САВС с точки зрения **технико-экономических показателей** зависит, во-первых, от выбора типа используемых коммутационных аппаратов, в список которых входят выключатели нагрузки с моторным приводом, требующие установки дополнительных модулей дискретных входов или выходов и контроллера, и реклоузеры, которые справляются самостоятельно. Реклоузеры, как правило, дороже, несмотря на отсутствие необходимости установки дополнительного оборудования. Во-вторых,

экономические показатели системы тесно связаны с выбором логической организации САВС [3]. Например решение использовать лишь шкаф управления вместе с реклоузерами или другими устройствами, выбор резервирования системы одним или двумя ПТК (программно-технический комплекс). Наконец, важно определить, где разместить ПТК - на стороне диспетчера или на стороне ПС. Первый случай требует дополнительных затрат на организацию каналов передачи данных, в то время как второй – нет. В третьих, зависит от выбора каналов связи: дорогостоящий, но надёжный ВОЛС либо более дешёвый и менее надёжный GSM.

Таким образом, ввиду того, что традиционные методы уже устарели и не позволяют решить проблемы, описанные в начале статьи, применением только устройств РЗА, внедрение систем автоматического восстановления электроснабжения сетей 6-20 кВ в энергетическом секторе России представляет собой перспективное и необходимое направление развития, обусловленное актуальными требованиями к надёжности, безопасности и эффективности функционирования устойчивой энергосистемы.

Источники

1. Кузьмин, И. Самовосстановление в кабельных электрических сетях 6-10 кВ. / И. Кузьмин, Н. Магдеев, Г. Евдокунин, А. Брилинский, О. Грунина // Электроэнергия. Передача и распределение. - 2019. - № 2(13). - С. 8-19.
2. Siemens Distribution Feeder Automation System (SDFA). - Siemens Industry, Inc. - 2014. - 8 p. - URL: sdfa-brochure-flisr.pdf (yandex.ru)
3. Coster, E. J. Implementation of an Automatic FLIR-scheme in a 20 kV Distribution Grid, 2014 / E. J. Coster, W. C. M. Kerstens, O. Schroedel // 12th IET International Conference on Developments in Power System Protection (DPSP 2014). Copenhagen. - 2014.
4. Система SE ADMS - решение Schneider Electric для управления распределительными сетями. Техническое описание системы. - 36 с. - URL: <https://docplayer.com/72321278-Sistema-se-adms-reshenie-schneider-electric-dlya-upravleniya-raspredelitelnyimi-setyami-tehnicheskoe-opisanie-sistemy.html>.