

Сб. научных трудов УкрНИИВЭ / Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. В.С. Дзюбана. – Донецк: ООО “Юго-Восток, Лтд”, 2006. – С. 209–217. 4. Мельник А.А. Исследование процесса нагрева элементов конструкции закрытого обдуваемого асинхронного двигателя в среде MATLAB/Simulink // Тр. IV Всерос. научн. конф. “Проектирование научных и инженерных приложений в среде MATLAB”. – 2009. 5. Виноградов А.Б. Учет потерь в стали, насыщения и поверхностного эффекта при моделировании динамических процессов в частотно-регулируемом асинхронном электроприводе / А.Б. Виноградов // Электротехника. – 2005. – № 5. – С. 57–61. 6. Карась С.В., Ковалев Е.Б., Толочко О.И., Чекавский Г.С., Анализ процессов в асинхронном двигателе с учетом потерь в стали методом математического моделирования // Зб. наук. праць ДонНТУ. Сер. Електротехніка і енергетика. Вип. 21. – Донецьк: ДонДТУ, 2000. С. 182–187. 7. Мельник А.А. Численное моделирование процесса частотного пуска асинхронного двигателя с учетом эффекта вытеснения тока в стержнях ротора в среде Matlab // Вісн. Кременчуцьк. держ. політехн. ун-ту імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДПУ, 2008. – Вип. 4 (51), ч. 2. С. 78–82. 8. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учебн. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1988. – 640 с. 9. Ковалев Е.Б., Толочко О.И., Чекавский Г.С. Математическая модель электромеханической системы “асинхронный двигатель – кривошипно-шатунный механизм” // Збірник наукових праць ДонНТУ. Сер. Електротехніка і енергетика. Вип. 17. – Донецьк: ДонНТУ, 2000. С. 31–34.

УДК 621.313.32

А.П. Никифоров

г. Донецк, ГБУЗ “Донецкий национальный технический университет”

ЗАДАЧИ ЗАЩИТЫ И УПРАВЛЕНИЯ, РЕШАЕМЫЕ ТЕРМИНАЛОМ КОНТУРА НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СЕТИ

© Никифоров А.П., 2009

Запропоновано новий тип термінала релейного захисту й автоматики всієї гальванічно зв'язаної розподільної мережі напругою 6-35 кВ. Робота термінала дає змогу підвищити коефіцієнт самоліквідації однофазних замикань на землю, зменшити їх руйнівний вплив на високовольтне устаткування, надати повну, наочну, оперативну інформацію про суть подій, що відбуваються у мережі.

The new type of the terminal of relay protection and automatics is offered by a voltage 6-35 kV. Work of the terminal allows to increase factor of self-liquidation of single-phase short circuits on the ground to reduce their destroying influence by the high-voltage equipment of a network, to give the full, evident, operative information on essence of occurring events in a distributive network.

Постановка проблемы. Развивая полученные автором результаты в области разработки конструктивных решений, связанных с уменьшением последствий повреждения фазной изоляции распределительной сети напряжением 6–35 кВ, выделим следующий ряд положений общего характера. Под общим характером будем понимать возможность распространения результатов и методов, разработанных для одной из областей РЗ, на возможно более широкий круг задач РЗ (в принципе на область РЗ в целом). Наиболее приемлемым для рассматриваемых задач оказался структурно-лингвистический метод определения сути процессов [1]. Метод основан на аналогии между структурой объектов и синтаксисом языка. В рамках этого метода считается, что объекты состоят из соединенных подобъектов так же, как фразы и предложения строятся путем соединения слов, а слова составляются из букв [1, 2]. Будем использовать в дальнейшем рассмотрении следующие положения общего характера.

1. Обобщены задачи о разноплановом уменьшении последствий развития аварий вследствие появления однофазного повреждения изоляции на цельную задачу об организации современной единой системы автоматической стабилизации нормального режима работы (АСНОР) контура нулевой последовательности сети (КНПС) с функциями защиты, управления, профилактики КНПС.

2. Разработаны отдельные устройства, входящие в систему АСНОР КНПС. Разработка устройств в рамках системы является дальнейшим совершенствованием известных устройств, которые применялись для решения указанных задач, но не достигали достаточной для практики устойчивости работы и показателей эффективности. Общую задачу и назначение терминала КНПС “Т-КНПС-1” выразим смысловыми понятиями – это автоматическое формирование и контроль смысловых сигналов о текущей работе системы АСНОР и о результирующей эффективности работы режима заземления нейтрали (ЭФРН). Контроль смысловых сигналов выполняется в нормальном режиме работы КНПС и при переходных процессах.

Система АСНОР [2], построенная на основе терминала КНПС, состоит из ряда подсистем – “Мониторинг состояния и самоконтроль КНПС”, “Определение поврежденного участка КНПС”, “Мониторинг изменения коэффициента активных потерь изоляции сети”, “Резонансная настройка КНПС”, “Мониторинг переходных процессов в КНПС”. Подсистемы терминала в нормальном режиме работы КНПС повышают коэффициент самоликвидации повреждения изоляции сети и сохраняет максимальную эффективность работы устройств защиты изоляции фаз сети. В переходных режимах подсистемы отвечают за устранение поврежденного участка сети в случаях неуспешной самоликвидации повреждений изоляции фаз на землю.

Управление системой осуществляется с помощью командно-информационного графического интерфейса терминала посредством меню или мнемоник программных инструментов. Терминал обеспечивает визуальный контроль и оповещение оперативного персонала об аварийных событиях, а также качественных показателей работы оборудования и устройств КНПС. Терминал предназначен для любого способа заземления нейтрали распределительной сети.

Анализ последних достижений и публикаций. Потребность решения неоднозначных смысловых ситуаций возникала еще со времен первых технических предложений по рассматриваемой теме, но откладывалась в виду громоздкости и сложности их практической реализации. Ранее их разрешение отводилось для сложных методов технико-экономической оптимизации, трудно применяемых для практического устранения сомнений в правильности выбранного режима заземления нейтрали и способа борьбы с развитием аварий в распределительной сети. Отсутствие решений приводит в конечном итоге к недополучению потребителями заявленных показателей эффективности того или иного типа заземления нейтрали.

Для защиты участков сети при развитии аварийных процессов применяются микропроцессорные терминалы РЗ, в которых задействуются в числе прочих информационные составляющие, касающиеся задачи селективного поиска (СП) поврежденного участка сети. Появляется вопрос – нельзя ли воспользоваться готовыми функциями терминалов РЗ или предложить пути дальнейшего совершенствования этих терминалов? Исходя из описания терминалов РЗ, заложенные в них функции эквивалентны известным простым ненаправленным или направленным низкочастотным токовым селективным защитами и сигнализациями. В работе [2] выполнен сравнительный иерархический анализ эффективности применения известных терминалов РЗ в задаче АСНОР КНПС на основе структурно-лингвистического метода. Анализ позволил показать невозможность использования этих устройств для формирования системы АСНОР. Так же показана низкая эффективность терминалов РЗ в задаче СП. Следовательно, появляется необходимость в разработке соответствующей конструкции терминала КНПС.

Задачей исследований является синтез технических и конструктивных решений, для построения терминала КНПС.

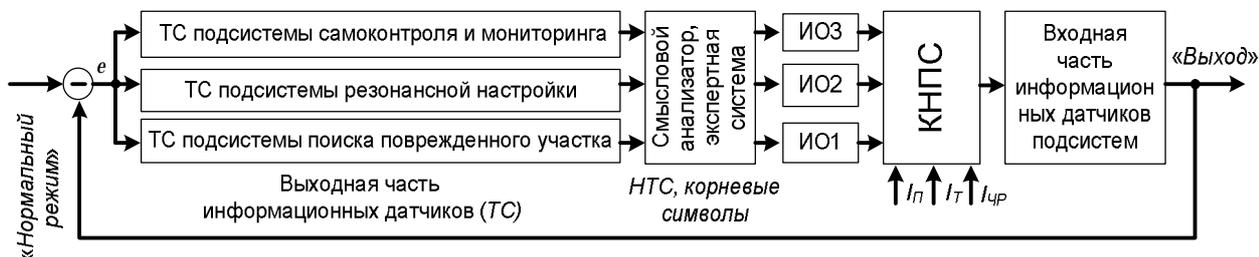
К появлению нового устройства – терминала КНПС привели стремления решить несколько различных, но взаимосвязанных задач, которые трудно решаются на прежнем этапе конструктивного развития отдельных устройств защиты и управления распределительной сетью. К таким задачам можно отнести следующий ряд.

Во-первых, стремление оперативного персонала работать со смысловой информацией о сути происходящих процессов в сети. Работа со смысловой информацией позволяет наиболее эффективно достигать конечного смыслового результата – возвращение нормального режима работы сети. Во-вторых, обеспечение устойчивости работы устройств защиты и управления КНПС. Нарушение устойчивости наблюдается в условиях многообразия состояний объекта управления (КНПС) и многообразия смысловых ситуаций на входах этих устройств. В-третьих, объединения в одном устройстве алгоритмов взаимодействия всей совокупности отдельных устройств, реализующих, поддерживающих заданные эксплуатационные режимы работы КНПС и высоковольтной изоляции фаз сети. В-четвертых, управление устройствами защиты по локальной информационной сети. При построении централизованной системы АСУ ТП ГЩУ появляется возможность задействования информации, присутствующей в КНПС для дистанционного контроля и управления устройствами защиты КНПС. В-пятых, накопление, автоматическая экспертная оценка информации, принятие решений, то есть то, что входит в смысловую оценку ЭФРН.

Терминал позволит реализовать действенные алгоритмы для автоматического разрешения широко известных неоднозначных и противоречивых смысловых ситуаций, которые часто возникают при эксплуатации распределительной сети.

Это требование быстрого отключения поврежденного участка КНПС и реализация способности изоляции сети к самовосстановлению. Это возможность повреждения ослабленного места изоляции высоковольтного оборудования от повышения напряжения на здоровых фазах сети в случаях неправильной работы защитного оборудования и регистрируемая эффективность резонансной настройки нейтрали сети. Это распространение автоматизации алгоритмов управления технологическими процессами и вынужденное размыкание (перевод на сигнализацию) выхода неустойчиво работающих устройств селективной защиты. Это традиция полного контроля над работой сети и отсутствие в рассматриваемых задачах контроля над долговременной эффективностью и правильностью функционирования защитного оборудования сети и устройств, реализующих выбранный тип заземления нейтрали.

Изложение основного материала. Применим структурно-лингвистический метод [1, 2] для целенаправленного синтеза устойчиво работающего устройства (терминала КНПС) с требуемыми характеристиками. Расположим все потоки смысловой информации на общей структурной схеме системы АСНОР КНПС [2]. Преобразование информации на рисунке представлено в виде следящей системы с обратной связью по информационным составляющим. Согласно структурно-лингвистическому методу общий смысловой поток информации, касающийся защиты и управления КНПС, раскладывается на реально возможное практически реализуемое количество информационных датчиков ТС и структурных элементов НТС.



Примечание. $I_{чр}$ – сигнал частичных разрядов, $I_{п}$ – сигнал помех, $I_{т}$ – сигнал технологических процессов электросети

Структурно-логическая схема информационных составляющих системы АСНОР КНПС

На каждом иерархическом уровне обработки информации (устройства СП, регистраторы, автокомпенсаторы и терминал) применяется унифицированный алгоритм обработки информационных составляющих под общим названием “За-против” [2]. Алгоритм включает в себя следующие этапы обработки информации.

Входные сигналы устройств представляются изменяющейся во времени последовательностью Inf информационных составляющих, которые взаимосвязаны между собой в соответствующей структуре, характеризующей этот переходный процесс. Пороговые выходы $sign(Inf)$ информационных датчиков обозначаются терминальными символами (ТС) $TC=sign(Inf)$. Этот иерархический уровень является начальным (морфологическим) этапом определения.

Затем набором простых правил проверяется правильность последовательности ТС в цепочках ТС (этап синтаксиса). Выход каждого правила обозначается нетерминальным символом (НТС). Автомат проверки правил структурных взаимосвязей ТС и НТС является структурным (синтаксическим) анализатором. Каждому НТС назначается весовой коэффициент, показывающий вклад НТС в общий результат. Разность между правилами “за” и “против” представляет собой смысловой сигнал $S(t)=f(“за”(t)-“против”(t))$. Сигнал $S(t)$ изменяется по величине от 0% до 100%. Сигнал $S(t)$ значительно медленнее изменяется во времени, чем входные сигналы устройств и его можно передавать по локальной информационной сети.

При любых переходных процессах в КНПС в каждом отдельном устройстве системы, в силу изменения входной информации, присутствует больший или меньший объем информации, который был обработан структурным анализатором устройства. Эта информация об объекте управления оказывается ценной, но при ее обработке не абсолютным способом, а относительным.

Автоматический смысловой (семантический) анализатор системы АСНОР и смысловой анализатор ЭФРН строятся на основе унифицированного алгоритма “За-против” [2]. Далее смысловой сигнал $S(t)$ сравнивается по величине с рядом смысловых зон пороговыми значениями. Формируются диагностические сообщения для привлечения ИОЗ “Оперативный персонал”. Задействуются имеющиеся на предприятии исполнительные органы для воздействия на КНПС.

Графический дисплей терминала отображает текущие изменения уровней смысловых сигналов $S(t)$, $S_{ЭФРН}(t)$ и достижения, либо не достижения порога величинами. Графическое отображение информации позволит визуальнo контролировать (в случае необходимости) состояние изоляции сети, объекта управления, работы устройств и высоковольтного оборудования. Предлагаемые экспертной системой терминала диагностические сообщения со встроенным меню быстрого перехода к интересующей информации позволяют работать с системой в диалоговом режиме. Имеется возможность наиболее быстро, дистанционно выполнить отключение участка на основе рекомендаций экспертной системы терминала по локальной информационной сети. Таким образом разрешается ситуация о принципиальном наличии нераспознаваемой ситуации.

Конструктивные особенности устройства терминала КНПС и системы АСНОР. В систему входят устройства СП “Прибор селективного поиска поврежденного участка КНПС” типа “СП-1”, “Высокочастотный регистратор параметров КНПС” типа “РВЦ-1”, а также комплект оборудования для реализации и повышения эффективности режима заземления нейтрали. Функция автокомпенсатора реализована в самом терминале. Терминал КНПС собирается в корпусе, аналогичном корпусам терминалов РЗ. Устанавливается терминал КНПС на ГЩУ, ячейке КРУ трансформатора напряжения, либо располагается в удобном для оперативного персонала месте. Устройства СП, РВЦ устанавливаются в релейных отсеках ячеек КРУ.

Оперативная информация представляется на однолинейной схеме секции сети. При нарушении нормального режима работы сети мнемодиаграмма устройства, выдавшего сигнал, помечается переменной засветкой. В случаях необходимости привлечения ИОЗ выдается диагностическое сообщение. Дополнительно может быть задействован способ отображения текущей информации в виде информационного сканера. То есть новая информация на экране появляется вслед за движущейся по экрану линией. По локальной информационной сети терминал направляет в устройства команды для коммутации электромеханических реле. После завершения переходного процесса в КНПС устройства СП, РВЦ передают в терминал аварийные файлы по информационной сети. По требованию терминал выдает в ПК служб общий аварийный файл.

Выводы. 1. Количественное накопление конструктивных, интерфейсных, коммуникационных решений привело к появлению качественно новых требований к совершенствованию устройств РЗиА. В работе с точки зрения современного этапа развития технических решений предлагаются

пути совершенствования устройств и средств защиты распределительной сети при повреждениях изоляции фаз на землю. В общем направлении совершенствования вошли достижимые на современном этапе технические характеристики устройств, такие как вид интерфейса, эффективность работы, качество и полнота обрабатываемой информации, устойчивость работы и другие, касающиеся смысловой обработки информации.

2. Для строгого обоснования целесообразности введения новых функций и характеристик устройств, а так же принятия решения о начале этапа совершенствования или разработки новых устройств применен структурно-лингвистический метод. Простота и результативность метода позволяют построить систему АСНОР КНПС и устройств, входящих в систему.

3. Приведены технические особенности нового типа терминала “Т-КНПС-1” для реализации системы АСНОР КНПС в приемлемых конструктивно-стоимостных показателях. При работе системы возможно сохранить максимальную ЭФРН и всего защищающего оборудования на длительных интервалах времени эксплуатации. Появляется техническая возможность автоматически устранить или свести к минимуму, те трудно решаемые задачи и практические противоречия, отсутствие решения которых приводили к снижению надежности эксплуатации изоляции высоковольтного оборудования всей гальванически связанной распределительной сети.

1. Дж Ту, Р. Гонсалес. Принципы распознавания образов. – М.: Мир, 1978. – 411 с. 2. Никифоров А. П. Решение задачи выбора “простых” или “совершенных” устройств иерархическим и структурно-лингвистическим методами // Науч. труды Донецк. нац. техн. ун-та. Сер. Электроэнергетика и электротехника, вып. 9 (141). – Донецк, 2009. – С. 150–155.

УДК 621.313.333

О.Г. Плахтина, А.С. Куцук, В.В. Тутка
Національний університет “Львівська політехніка”

СИНХРОНИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКОВОГО ЧАСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЕЛЕКТРОМАШИНОВЕНТИЛЬНИХ СИСТЕМ З РЕАЛЬНИМ ЧАСОМ

О Плахтина О.Г., Куцук А.С., Тутка В.В., 2009

Запропоновано спосіб синхронізації розрахункового часу моделі з реальним часом з використанням показів внутрішнього таймера комп'ютера. Реалізація цього способу забезпечує роботу математичних моделей електромашиновентильних систем у реальному часі для розв'язання задач діагностування та аналізу систем керування, що перевірено експериментально.

The method of synchronization of calculated time of model with the real time is proposed by the internal computer's timer measurement. Realization of this method provides work of mathematical models of electromechanical and electroenergetic system in the real time mode for the decision of tasks of diagnosing and analysis of control system. The efficiency of the proposed method is experimental confirmed.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень. Для тестування фізичних пристроїв керування електромеханічними та електроенергетичними системами в роботах [1, 2] пропонується використання математичних та комп'ютерних моделей реального часу. У цьому випадку фізичний пристрій керування під'єднується до комп'ютерної моделі об'єкта керування, яка функціонує в реальному часі та обмінюється сигналами з фізичним пристроєм.