

УДК 621.713.13: 621.313

ВЫБОР МЕЖДУ «ПРОСТЫМИ» И «СОВЕРШЕННЫМИ» КОНСТРУКТИВНЫМИ РЕШЕНИЯМИ, ФОРМИРУЮЩИМИ ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ СТРУКТУРНО-ЛИНГВИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Никифоров А.П., к.т.н., доц.

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»

83000, г. Донецк, ул. Артема, 58

E-mail: apnikiforov@yandex.ua

У роботі приведений опис підходу до аналізу і синтезу технічних конструктивних рішень. Підхід заснований на кризному смисловому аналізі і синтезі всього ієрархічного ланцюга конструктивних рішень структурно-лінгвістичним методом, у тому числі і тих пристроїв, що формують об'єкт управління.

Ключові слова: структурно-лінгвістичний метод, смислова інформаційна складова.

Description of the approach is brought in work to analysis and syntheses of the technical constructive decisions. The approach is founded on analysis and syntheses of the whole hierarchical chain of the constructive decisions structured-linguistical method, including device forming object of management.

Keywords: structured-linguistical method, semantic information component.

Введение. Исследования, проводимые на основе структурно-лингвистического метода для задач, связанных с уменьшением последствий повреждения фазной изоляции распределительной сети напряжением 6-35 кВ позволяют выделить следующий ряд положений общего характера [1, 2]. Под общим характером будем понимать обобщение результатов и методов, полученных для одной из областей РЗ на возможно более широкий круг задач РЗ. В работе приведено описание подхода к анализу и синтезу технических конструктивных решений объекта управления (ОУ), как части иерархической цепочки – ОУ, устройства управления и защиты, интерфейс представления смысловой информации на терминале АСУ ТП «ГЩУ-электро» [3, 4]. Простота и наглядность применения подхода позволяют в рассуждениях при анализе и обобщении достичь уровня эволюционной иерархии конструктивных решений.

Цель работы. Доказательно, математически строго и количественно сделать обобщения о взаимоотношении смысловых понятий «простое» и «совершенное» в области разработки технических конструктивных решений. Исключить конструктивные решения, тождественные с точки зрения обработки смысловой информации, а также получить технические решения, соответствующие современному этапу технического развития. Будем использовать в дальнейшем рассмотрении следующие положения общего характера, относящиеся к ОУ.

1. Введено представление ОУ в виде описания G_{OU} , включающего перечень смысловых информационных ситуаций S_{OU} (корневые символы). Смы-

словые информационные ситуации взаимосвязаны между собой (см. рис. 1) определенными смысловыми правилами PN , называемыми далее спецификами работы ОУ. Специфики работы также представлены перечнем P_{OU} . В свою очередь, сами смысловые информационные ситуации S_N представлены смысловыми информационными составляющими (терминальными ТС и нетерминальными НТС символами) и правилами PN их структурной взаимосвязи. Таким образом, перечни состояний S_{OU} и правил P_{OU} образуют смысловую модель ОУ, составленную из смысловых составляющих. Начальной и завершающей вершиной является смысловая ситуация «Нормальный режим работы». Назначая весовые коэффициенты значимости правилам PN , выполняются расчеты эффективности конструктивных решений и определение понятий «простое», «совершенное». Единообразное представление ОУ и устройств всей иерархической цепочки конструктивных решений позволяет проводить анализ прохождения любой информационной составляющей в системе автоматической стабилизации нормального режима работы (АСНОР) контура нулевой последовательности сети (КНПС).

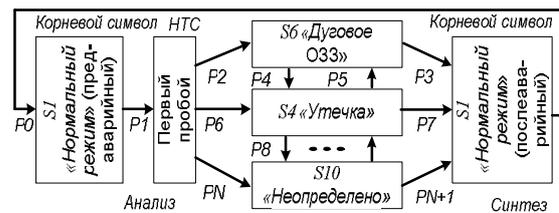


Рисунок 1 – Структурно-логическая схема смысловых информационных ситуаций КНПС

2. Выполнен сравнительный анализ конструктивных решений, задающих режим заземления нейтрали, влияющих на поведение ОУ, а также на формирование смысловых информационных составляющих. Как следствие, появилась возможность контролировать эффективность того или иного конструктивного решения, а также выполнить сквозной синтез всего перечня устройств защиты и способов влияния на ОУ.

3. Показано, что абсолютный способ обработки информации (в частности, в задаче минимизации ущерба от повреждения изоляции фаз относительно земли) приводит к формированию слишком простых моделей таких важных элементов, как причина повреждений, ОУ и устройство СП. Решения, отвечающие требованиям современного этапа, удается получить на основе относительного подхода к обработке информации. При этом абсолютный подход ограничивается дополнительными вспомогательными функциями по отношению к относительному.

Анализ предыдущих исследований. Самостоятельное решение службами конкретных предприятий задачи о повышении устойчивости работы устройств выполняется методом поочередной пробной эксплуатации. Такому решению задачи способствуют описания устройств, которые представляются как неповторяющееся многообразие отличий в подходах, методах и алгоритмах достижения результата. На предприятиях, где уже испытаны все или почти все известные устройства, вынужденно склоняются к выводу о несоответствии критериев работы, закладываемых в устройства с реальной сложностью решаемой задачи или даже о целесообразности построения распределительной сети на основе других принципов. Исходя из сопоставления опубликованных описаний, выясняется, что авторы ставят перед собой решение задачи о построении так называемых «простых» устройств.

Оперирование смысловыми понятиями о «простоте», «сложности» подразумевает наличие подхода, позволяющего математически строго контролировать прохождение через структурные элементы и преобразование информационных смысловых составляющих. Всю смысловую информацию о состоянии ОУ можно представить в виде элементарных смысловых ситуаций SN [1]. Под входной информацией будем подразумевать смысловую ситуацию, возникающую в виде переходного процесса в КНПС, которая модулирует сигналы входных координат $3i_o$, $3u_o$. Каждая SN характеризует соответствующее известное состояние ОУ, например, S1 «Нормальный режим работы» сети, S2 «Поврежденный участок», S3 «Неповрежденное присоединение», S4 «Утечка», S5 «Металлическое

ОЗЗ», S6 «Дуговое ОЗЗ», S7 «Однократный пробой ОЗЗ», S8 «Процессы, не связанные с ОЗЗ», S9 «Клевки», S10 «Неопределяемая ситуация» и другие, сменяющие одно другим во времени. Смысловые ситуации SN предварительно выделяются из аварийных файлов регистраторов переходных процессов в ОУ.

Подход основан на следующих рассуждениях. Последовательная цепь этапов развития той или иной технической конструкции, проходя путь «от простого к совершенному», формирует некоторый перечень эволюционных этапов. Устройства прошли достаточное количество эволюционных этапов, чтобы можно было выполнить иерархический анализ технических решений. Разделим конструкции на совокупность информационной, управляющей и индицирующей частей. Линию, проложенную через этапы, можно интерпретировать как главное из направлений дальнейшего совершенствования технической конструкции. Следует учитывать, что появление новых технических решений тесно взаимосвязано с окружающей инфраструктурой. Поэтому оказывается, что смена этапов эволюционного развития технических конструкций накладывается на смену характера инфраструктуры. Свяжем современные эволюционные изменения особенностей технических конструкций с переходом от индустриального характера инфраструктуры к современному.

Развитие технических конструкций происходило по следующему эволюционному пути. Первый эволюционный этап можно коротко охарактеризовать, как наличие разрозненных устройств, поддерживающих технологический процесс. Второй этап - устройства группируются в поля с точки зрения отображения тематической информации. Третий этап связан с переходом на компьютерную технику и четким отделением ИО от рабочих мест персонала разных служб, например, оперативного, релейного и изоляционного. Управляющая часть конструкций третьего этапа – набор программных инструментов управления состоянием технологического оборудования с принятыми интуитивно понятными графическими изображениями. Сообщения подготавливаются встроенной экспертной системой. Управление реальным оборудованием выполняется дистанционно по локальной информационной сети. Главные элементы конструкций не отягощены вспомогательной информацией и при дополнительной заинтересованности оператор имеет возможность выполнить удобный переход к необходимой или точной информации о параметрах и состоянии сети по конкретному, интересующему его, вопросу.

Если при индустриальных этапах развития технические конструкции ограничены в основном

элементами, которые реализуют технологические процессы. Развитие конструкций отвечает в большей степени возможностям техники и технологических процессов, но гораздо меньше отвечает потребностям обслуживающего персонала. То на современном этапе, технические конструкции позволяют реализовать цели и задачи обслуживающего персонала. Характерно оперирование в основном не столько параметрами сигналов входных координат устройств, сколько смысловыми составляющими переходных процессов и событий в сети. Параметры сигналов оказываются второстепенной или вспомогательной информацией, могут не отображаться вовсе. Накопление информации в памяти терминала приводит к задействованию критериев контроля оборудования, в том числе и автоматического, на длительных интервалах времени, и таким образом оценивать эффективность предпринимаемых мероприятий по повышению надежности электроснабжения и работе защищающего оборудования. Следовательно, при разработке современных технических конструкций всей цепочки устройств, появляется задача реализовать необходимый и достаточный перечень основных и сервисных функций, определяющих условия современного этапа (смысловое оперирование информацией). В том числе и конструктивных решений, относящихся к ОУ.

Материал и результаты исследования. Исходя из задач и возможностей современного этапа технического развития, рассмотрим далее представление ОУ. КНПС характерен тем, что некоторая часть исполнительных органов (ИО) участвует в формировании ОУ. Имеются в виду устройства, задающие режим заземления нейтрали и др. Следуя подходу, будем рассматривать конструктивные решения, касающиеся ОУ, как части системы АСНОР (см. рис. 2), построенной по смысловым информационным составляющим. Критерий функционирования системы – поддержание нормального режима работы КНПС за счет отключения поврежденного участка ОУ в случае неуспешной самоликвидации ОЗЗ. При аварийном отказе одной из автоматических систем объект управления остается под защитой другой системы. Рассмотрим подробнее, что подразумевается под спецификой работы ОУ. Можно выделить одну из характерных смысловых ситуаций, которой является «Нормальный режим работы» сети, тогда к

иным характерным смысловым ситуациям будут относиться разнообразные переходные процессы в гальванически связанной сети, в том числе и однофазные замыкания на землю (ОЗЗ). При появлении других смысловых ситуаций (см. рис. 1), ответные действия устройств и особенно оперативного персонала выполняются, исходя из анализа полученной информации именно о сути переходного процесса в сети. Отсюда для дальнейших рассуждений можно взять вывод, что в конечном итоге устройства РЗиА применяются для определения смысловых составляющих переходных процессов.

Выделим другие характерные смысловые ситуации. Будем различать начальный пробой ОЗЗ (первое повреждение изоляции сети до момента, явно выраженной реакции нейтрали сети), далее, реакцию сети на начальный пробой, последующие пробои ОЗЗ и восстановление нормального режима работы КНПС после ликвидации ОЗЗ как разные стадии переходного процесса в КНПС, частным случаем которого является ОЗЗ.

Для увеличения четкости подтверждения первой стадии ОЗЗ предлагают в публикациях различные способы искусственного влияния на место повреждения. К одному из «простых» способов влияния относят, так сказать, «дожиг» изоляции в месте повреждения. Под словом «дожиг» можно подразумевать приведение остаточного уровня изоляции до минимальной не изменяющейся величины. В результате «простота» способа сводится к разрушению тем или иным образом места первого повреждения изоляции, увеличения и удержания тока ОЗЗ. Но, по мнению авторов предложений, появляется возможность задействования имеющихся самых «простых» устройств селективного поиска (СП). Для некоторых сетей избирательность «дожиг» только фазной изоляции и необходимость превозмочь имеющуюся способность сети к самовосстановлению изоляции выполнимы, для других – трудно или вовсе не выполнимы. В сетях с малым током ОЗЗ приходится мириться с «дожигом» в силу отсутствия приемлемых технических средств реализации резонансно-заземленной нейтрали сети. Повысить эффективность работы ОУ можно, организовав допустимую по условиям эксплуатации задержку «дожиг», реализовав самоликвидацию ОЗЗ. Структурно такое решение ведет к повышению «сложности» технической конструкции ОУ. Для сетей со сред-

ним или большим током ОЗЗ затратность капитальных вложений при «дожиге» эквивалентна резонансному заземлению нейтрали. В некоторых описаниях устройств СП резонансное заземление выступает как альтернативный способ по отношению к резонансному заземлению, несмотря на наблюдаемую на практике эффективность работы резонансно-заземленной нейтрали.

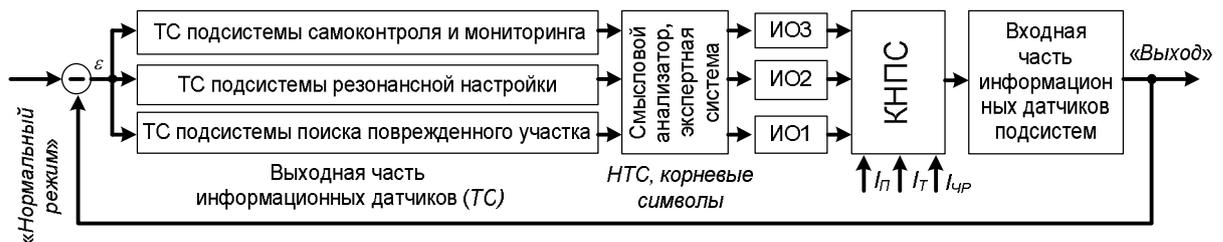
Естественно говорить, что все применяемые способы борьбы с ОЗЗ стремятся к простоте и сбалансированности технико-экономических показателей. Однако оказывается, что современный поиск всё более «простых» способов и средств борьбы с последствиями развития ОЗЗ, а также устройств для их реализации приводит часто к перепроверке на практике решений, когда-то признанных менее эффективными по сравнению с появляющимися решениями, именно исходя из последствий развития ОЗЗ. Вспомним, что в начале была испытана сеть с глухозаземлённой, затем с изолированной нейтралью, резистивно-, резонансно-заземлённой нейтралью и в завершение - различные способы удержания низкого потенциала повреждённой фазы.

Для повышения эффективности защитных мер во второй стадии развития переходного процесса (см. рис. 1) внимание переносится в основном на борьбу с перенапряжениями на неповрежденных фазах. Именно ограничение перенапряжений до приемлемого уровня в публикациях ставят во главу угла при разработке «простых» методов борьбы

с ОЗЗ. Различные исследования перенапряжений первичных распределительных сетей в реальных условиях высокоомного и резонансного заземления нейтрали (при автоматической настройке резонанса в КНПС) показывают, что величины перенапряжений сопоставимы. Разработчики некоторых устройств СП, назначая резонансно-заземленной нейтрали самый «сложный» уровень и отгалкиваясь от этого, ставят перед собой задачу найти так называемые «простые» способы и устройства борьбы с ОЗЗ.

Достижение устойчивости работы устройств также наталкивается на затруднения, связанные со спецификой стихийного возникновения и развития повреждения изоляции и неустойчивостью формирования сигналов ОЗЗ в естественных изменяющихся условиях предприятий. Также влияют случаи отсутствия четкого подтверждения стихийного пробоя изоляции фазы дальнейшим выраженным изменением режима работы сети. Обработка общего потока смысловой информации отдельными, не взаимосвязанными «простыми» устройствами не позволяет реализовать алгоритмы совместной обработки имеющейся информации.

Таким образом, можно сделать следующий ряд выводов. Во-первых, поле для распространения «простых» устройств СП и «простых» способов обеспечения их работы весьма ограничено. Во-вторых, для всех типов заземления нейтрали и способов борьбы с ОЗЗ задача поиска повреждённого



Примечание. $I_{ЧР}$ – сигнал частичных разрядов, $I_{П}$ – сигнал помех, $I_{Т}$ – сигнал технологических процессов электросети

Рисунок 2 – Структурно-логическая схема информационных составляющих системы АСНОР КНПС

участка остаётся актуальной и в целом не решённой, несмотря на большое многообразие «простых» и «сложных» устройств и методов обеспечения их работы. В-третьих, противоречия между ожиданиями практиков и предлагаемыми устройствами сохраняются и требуют тщательного приведения понимания соответствия «простоты» устройств к «сложности» решаемой задачи.

Из рассмотрения публикаций получается, что авторам проще изменить устройство распределительной сети для обеспечения работоспособности «простых» устройств СП, нежели устранить причины неустойчивой работы самих устройств СП. Опыт обратного приведения («упрощения» распределительной сети для обеспечения возможности применения «простых» устройств) в силу

множества различных причин не позволил достичь широкого распространения таких средств защиты в отрасли.

Выводы.

1. В силу простоты применения рассмотренный подход предлагается для совместного анализа и синтеза различных конструктивных технических решений. Показано, что «сложность» технических устройств должна соответствовать «сложности» решаемой ими задачи. Решение «сложной» задачи «простыми» устройствами вселяет напрасные надежды на достижение эффективности их работы. Конструктивная реализация совокупности устройств на основе, характерной для современного этапа, может оказаться «проще» конструктивной реализации на основе отдельных «простых» устройств.

2. «Сложные» задачи, которые характеризуются проявлением многообразных смысловых ситуаций, а также принципиальным наличием «Неопределяемой ситуации», важно конструктивно решать, исходя, прежде всего, из наличия неопределяемой ситуации, как наиболее сложной. Показано, что восстановление нормального режима работы КНПС в сложных ситуациях выполняется оперативным персоналом по смысловым информационным составляющим. Выполнен сравнительный иерархический анализ эффективности применения известных «простых» технических решений в задаче АСНОР КНПС. Анализ позволил показать низкую эффективность таких устройств в задаче защиты сети от последствий повреждения изоляции фаз на землю.

3. Известные «простые» способы описания переходных процессов в КНПС эквивалентны, и, как следствие, приводят к синтезу единой структурно-логической схемы устройств, формирующей и обрабатывающей единый информационный поток. Разница состоит в том, что для тех или иных конструктивных решений задействуются только те смысловые ситуации и информационные составляющие, которые авторами были выделены в качестве наиболее важных, другие смысловые ситуа-

ции не рассматриваются вовсе. Дополнительные алгоритмы работы устройств могли бы быть использованы для решения противоречивых практических ситуаций. Их значимость определяется и оценивается эмпирически. Зоны пересечения смысловых ситуаций часто не рассматриваются. Недостаточность обрабатываемой информации в «простых» устройствах для надежного принятия решения приводит на практике к переводу устройств «на сигнал» (размыканию обратной связи в системе АСНОР (см. рис. 2) и задействованию ИОЗ «Оперативный персонал»). Отсутствие интерактивного графического интерфейса управления КНПС не позволяет достичь ожидаемой эффективности работы устройств и оборудования.

В работе показано, что эффективное использование имеющейся смысловой информации определяет эффективность защитных мероприятий, направленных на уменьшение последствий повреждения фазной изоляции на землю.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никифоров А. П. Применение структурно-лингвистического метода для задач, связанных с исследованиями, совершенствованием и преподаванием релейной защиты энергообъектов // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия: «Электроэнергетика и электротехника», выпуск 8(140). - Донецк. - 2008. - С. 236-240.
2. Дж Ту, Р. Гонсалес. Принципы распознавания образов. М.: Мир, 1978. – 411 с.
3. Глазырин В. Е., Купарев М. А. Применение структурных методов распознавания образов для построения дифференциально-фазной защиты // Электро. - №3. - 2003. – С. 18-21.
4. Лихачев Ф. А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и компенсацией емкостных токов. М.: Энергия, 1971.

Стаття надійшла 15.03.2009 р.
Рекомендовано до друку д.т.н., проф.
Чорним О.П.