

УДК 621.3

**АНАЛИЗ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СЕТИ****Ахмедова О.О., Сошинов А.Г., Панасенко М.В.***Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного
технического университета, Камышин, e-mail: Ahmedova-olga@mail.ru*

Быстрое предотвращение развития аварии и восстановление электроэнергетической системы при повреждении отдельных ее элементов становится ключевой проблемой управления ею. Задача обеспечения надежного электроснабжения решается с помощью системы управления сетью, которая создает условия его непрерывности и автоматической локализации поврежденного элемента сети, исключая необходимость ручного отключения с предварительным предупреждением потребителя. Микропроцессорные устройства релейной защиты (МП РЗ) обладают новым принципиально важным свойством, которого так не хватало в полной мере предшественникам (электромеханическим реле), – возможностью запоминать информацию (сигналы) и использовать ее в дальнейших операциях. Поэтому на основе зарегистрированной и обработанной информации цифровые устройства РЗ способны сформировать аргументированное заключение не только о настоящем, но и о будущем состоянии контролируемого объекта. Для классических методов защиты характерна запаздывающая реакция на возникшее повреждение, обусловленная конечным временем измерения и оценивания параметров. Это приводит к необходимости выполнения экстренных операций по локализации повреждений, что неизбежно создает нежелательные возмущения для энергосистемы. К тому же провести детальную диагностику повреждения, как правило, при этом невозможно из-за дефицита времени.

Ключевые слова: повреждения, прогнозирование, релейная защита, параметры воздушных линий

**THE ANALYSIS OF SYSTEMS OF RELAY PROTECTION OF THE EMERGENCY
OPERATION OF NETWORK FUNCTIONING WHICH IS CARRYING OUT
PROGNOZIRO-VANIE****Akhmedova O.O., Soshinov A.G., Panasenko M.V.***Kamyshin institute of technology (branch) of the Volgograd state technical university,
Kamyshin, e-mail: Ahmedova-olga@mail.ru*

Fast prevention of development of accident and restoration of electrical power system at damage of her separate elements becomes a key problem of management of her. The problem of ensuring reliable power supply is solved with the help of a control system of a network which creates conditions to his continuity and automatic localization of the damaged network element, excepting need of manual shutdown with the preliminary prevention of the consumer. Microprocessor devices of relay protection (RZ MT) possess new essentially important property which so wasn't enough fully for predecessors (the electromechanical relay), – an opportunity to remember information (signals) and to use her in further operations. Therefore on the basis of the registered and processed information the RZ digital devices are capable to create the reasoned conclusion not only about the present, but also about future condition of controlled object. The late reaction to the arisen damage caused by final time of measurement and estimation of parameters is characteristic of classical methods of protection. It results in need of performance of the emergency operations on localization of damages that inevitably creates undesirable indignations for a power supply system. Besides it is impossible to carry out detailed diagnostics of damage, as a rule, at the same time because of deficiency of time.

Keywords: damages, forecasting, relay protection, parameters of air-lines

Релейная защита является важнейшей системой, от надежности и правильной работы которой во многом зависит надежность электроснабжения потребителей. Релейная защита не может защитить от аварийных режимов, то есть не может предотвратить возникший аварийный режим в системе электроснабжения, а может лишь ограничить масштабы его воздействия во времени и в пространстве на эту систему, то есть снизить материальный ущерб от аварии, и не более того [2]. Все вышесказанное относится к исправному реле защиты и к его правильной работе. Но ведь реле защиты, как и любое другое сложное техническое устройство, может выйти

из строя. При этом в случае возникновения аварийного режима такое неисправное реле уже не сможет ограничить масштабы его воздействия во времени и в пространстве на энергосистему.

Управление ЭЭС, сводится к непрерывному контролю параметров, определяющих режимы, и целенаправленному воздействию на отдельные элементы ЭЭС с помощью специальных методов и технических средств.

Функциональная схема такого управления сетью в плане автоматики и защиты от однофазных замыканий представлена на рис. 1. Экстраполирование и прогнозирование явлений в контролируемых объектах,



Рис. 1. Функциональная схема АСЦУ

мониторинг их эволюции и раннее (предавварийное) обнаружение потенциальных повреждений объекта позволяют сформировать предупреждение о приближении возможной аварии. В дополнение к симптомам, которые оцениваются количественно, иногда можно сформировать и эвристические, использующие качественную информацию от персонала, наблюдающего за контролируемым объектом. Это служит основой предупреждающих функций РЗ.

Контролируемый устройством релейной защиты объект остается в работе до тех пор, пока его параметры находятся в пределах установленных допусков. В случае выхода одного или нескольких контролируемых параметров за пределы допусков объект выводится из работы и принимаются меры для восстановления его рабочего состояния [1].

В устройствах РЗ реализуется общий допусковый принцип текущего контроля, когда обнаружение дефектов производится по результатам сравнения измеренных и вычисленных параметров с допустимыми значениями.

Непрерывный контроль с экстраполяцией и оценением параметров для будущего состояния позволяет реализовать предупреждающую защиту объекта, которая обеспечивает раннее (предавварийное) обнаружение потенциальных повреждений (развивающихся дефектов) объекта и прогнозирование их эволюции [4].

Цель раннего обнаружения дефектов состоит в том, чтобы выиграть достаточный запас времени для детальной диагностики

и выработки предупреждающих мер, не требующих применения внезапных воздействий на объект. При этом не создается аварийной ситуации и локализация потенциального повреждения не сопровождается внезапными возмущениями энергосистемы (рис. 1). Формально, если отсчет начинать от момента возникновения повреждения, время срабатывания защиты с предупреждающими функциями можно считать отрицательным.

При защитах традиционного типа, обычно контролируются только два параметра – это ток, проходящий по воздушной линии и напряжение сети. Для создания предупреждающей защиты предлагается помимо основных контролировать и дополнительные параметры, такие как погодные условия, влияющие на ёмкость линии и сопротивление грунта [3].

Современные задачи электроэнергетики предъявляют высокие требования к точности учета параметров многопроводных линий не только на промышленной частоте, но и в значительно более высокой частотной области. Такие требования в первую очередь обосновываются появлением передовых алгоритмов релейной защиты и автоматики, базирующихся на явлении конечной скорости распространения высокочастотных волновых процессов в многопроводных линиях. Электромагнитная волна, распространяясь вдоль линии электропередачи, наводит индуцированные токи (поверхностный эффект) в земле. Потери энергии волны на создание этих токов определяются как геометрическими параметрами системы про-

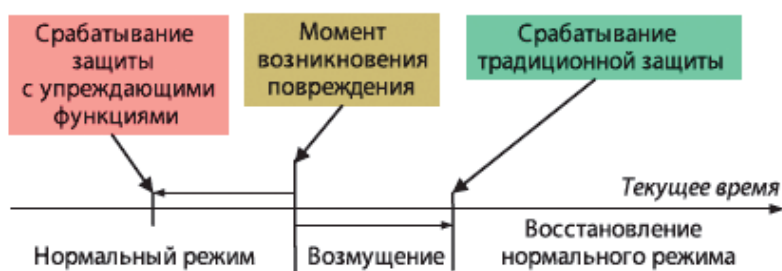


Рис. 2. Сравнения действия защиты с прогнозирующими функциями с традиционной защитой

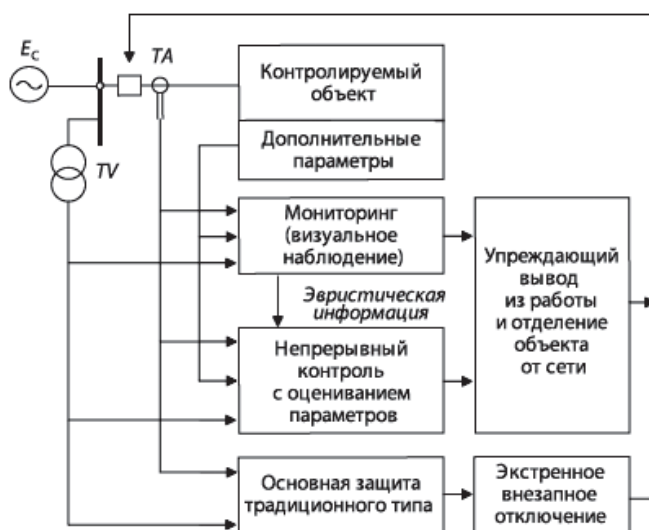


Рис. 3. Обобщенная схема функций системы контроля параметров и защит с прогнозирующими функциями

водов, так и параметрами грунта. В симметричной системе координат этому явлению (возврату через землю) соответствует нулевая последовательность.

Ток срабатывания РЗ каждой ЛЭП по условию селективности необходимо отстраивать от емкостного тока $3I_0$ ол, проходящего по защищаемой ЛЭП при замыкании на землю на других присоединениях, и от тока небаланса, появляющегося в ТНП при внешних междуфазных КЗ.

Так как ток замыкания при однофазном повреждении на землю протекает по поверхности земли, следовательно для верного функционирования защиты нулевой последовательности необходимо учитывать сопротивления грунта, так как контур протекания тока будет определяться местом повреждения, грунтом и заземленной нейтралью силового трансформатора. Циркуляция токов нулевой последовательности отличается от пути прохождения токов других последовательностей, и определяется соединением обмоток участвующих в схеме трансформаторов. Ток нулевой последовательности является однофазным током, разветвлённым

между тремя фазами и возвращающимся через землю и параллельные ей цепи.

Параметры земли имеют сильную зависимость от погодных условий. По этой причине параметры линии не могут приниматься одними и теми же для всех погодных условий. Необходима оперативная корректировка расчетной модели линии при изменении погоды.

Главная трудность точного определения сопротивления нулевой последовательности ВЛЭП связана с учетом распределения тока в земле. Достаточно полное и строгое решение в предположении постоянства электрической проводимости земли выполнено Карсоном. Но в ряде имеющих место на практике случаях (например, линия проходит параллельно водоему или скальному образованию) поверхность земли не может быть представлена однородной полубесконечной плоскостью. Поэтому аналитические методы учета явления конечной проводимости земли не применимы. В данном случае необходимо использовать гораздо более ресурсоёмкие численные методы расчетов (например, метод конечных элементов).

Выводы

На основе выше изложенного предполагается создание многомерной математической модели позволяющей на основании исходных данных о погодных условиях, времени года, сопротивлении грунта, тока, напряжения и т.д. прогнозировать возникновение повреждения и производить переключения таким образом, что время переключения в питании можно минимизировать до такой степени, что потребитель практически не будет его ощущать, а так же более точный расчет параметров релейной защиты позволит увеличить чувствительность и избежать отказов срабатывания либо ложного срабатывания защиты.

Список литературы

1. Беляков Ю.С. Распределённые параметры в расчётах режимов электрических систем. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2011. – 96 с.
2. Булычев А.В. Защита упреждающего действия для электродвигателей // Новости Электротехники. – 2011. - №5(71)
3. Булычев А.В. Релейная защита нового поколения. Требования к первичным преобразователям сигналов // Новости Электротехники. – 2010. - №5(65)
4. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии / А.А. Герасименко, В.Т. Федин – Ростов-н/Д.: Феникс, 2006. – 720 с.
5. Мирошник А.А. Уточненные алгоритмы расчёта потерь электроэнергии в сетях 0,38 кВ в реальном времени// Problemele energeticii regionale. 2010.№2(13). с. 35-42