

Режим работы системы охлаждения OFAF (ДЦ).

При таком режиме работы системы охлаждения трансформатора в работу помимо вентиляторов подключаются и электронасосы. Электронасосы, встроенные в маслопроводы, создают непрерывную циркуляцию масла через охладители.

Непосредственно на трансформаторе типа ТДТН-40000/110 при достижении температуры наиболее нагретой точки обмотки  $85^{\circ}\text{C}$ , происходит включение электронасосов на обоих радиаторах. Масло охлаждается в радиаторах при принудительной циркуляции в каналах секции и принудительном движении воздуха в межсекционном пространстве радиаторов. При температуре масла  $85^{\circ}\text{C}$  или  $100^{\circ}\text{C}$  обмотки проходит сигнал о высокой температуре масла, при температуре масла  $95^{\circ}\text{C}$  или  $115^{\circ}\text{C}$  обмотки проходит команда на отключение трансформатора [2].

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Электрооборудование станций и подстанций: учебник для среднего профессионального образования / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. — 4-е изд., стер. — Москва: Академия, 2007. — 448 с.: ил.
2. Комплект инструкций по эксплуатации и оперативному обслуживанию оборудования ПС 110/35/6 кВ «Анжерская».

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент каф. ЭЭС ЭНИН ТПУ.

### **УСКОРЕНИЕ УРОВ, КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕНЕРАТОРОВ ЭЭС**

А.Ю. Митрофаненко, Р.Б. Абеуов  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, ЭСиЭ

Анализ расчетов динамической устойчивости (ДУ) показывает, что наиболее тяжелым с точки зрения обеспечения ДУ генераторов электростанций являются отключения сетевых элементов (воздушных линии) действием устройств резервирования при отказе выключателя (УРОВ) при трехфазном коротком замыкании (КЗ) с отказом одного выключателя. Такие возмущения приводят к возникновению кратковременного асинхронного режима (АР) генераторов (1 – 4 цикла), и

только в тех случаях, когда КЗ происходит на воздушных линиях электропередачи (ВЛ) в непосредственной близости от шин электростанции [1]. Несмотря на то, что длительность асинхронного режима является относительно небольшой, однако не для всех генераторов электроэнергетической системы (ЭЭС) она является допустимой.

Одним из известных способов позволяющих исключить возможность возникновения даже кратковременного АР, при таких возмущениях, является повышение скорости срабатывания устройств релейной защиты, в рассматриваемом случае УРОВ [2]. Однако, использование постоянного ускорения может приводить к избыточному действию УРОВ, так как в этом случае оно будет осуществляться при любом виде КЗ, на всём протяжении ВЛ.

Для применения этого способа с целью обеспечения ДУ генераторов ЭЭС необходима разработка УРОВ, которое бы осуществляло ускорение только в случаях возникновения трехфазных КЗ в непосредственной близости от шин электростанции.

Для осуществления указанных действий устройство должно состоять из трёх функциональных блоков: непосредственно УРОВ, устройства определения места повреждения (ОМП) и фильтра обратной последовательности (ФОП).

За основу, в качестве схемы устройства резервирования при отказе выключателя предлагается схема с дублированным пуском и контролем исправностей цепей [2, 3]. Для обеспечения распознавания устройством резервирования при отказе выключателя вида и места КЗ, при которых необходимо осуществлять ускорение в него должны быть интегрированы фильтр обратной последовательности и устройство одностороннего определения места повреждений линий электропередач [3, 4]. Схема логической модели предлагаемого устройства резервирования при отказе выключателя с ускорением приведена на рисунке 1.

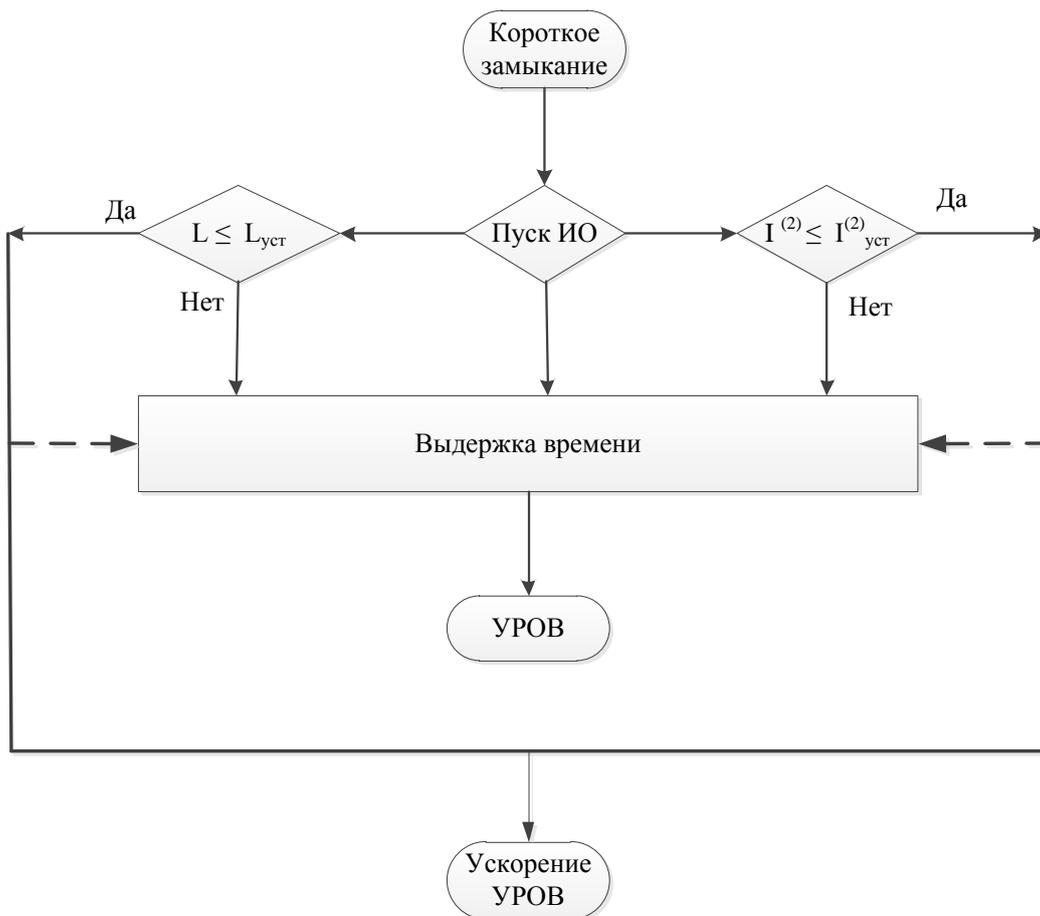


Рис. 1. Схема логической модели УРОВ с ускорением

Данная схема позволяет работать, как при обычном резервировании, так и при ускоренном. Ускорение означает, что УРОВ срабатывает без выдержки времени при выполнении условий: наличии активного сигнала от ОМП и ФОП.

Наличие ФОП в рассматриваемой схеме УРОВ позволяет распознать среди всего массива коротких замыканий именно трёхфазные КЗ, потому что именно составляющая обратной последовательности тока КЗ присутствует во всех несимметричных коротких замыканиях. Работа ФОП основана на вычислении тока обратной последовательности и его сравнении с допустимой уставкой по току.

Интеграция ОМП в схему рассматриваемого УРОВ продиктована необходимостью вычисления расстояния до места КЗ и сравнения его с заданной уставкой.

Ускорение УРОВ работает только при наличии двух активных сигналов, в остальных случаях (когда имеется только один активный сигнал) УРОВ действует по обычной схеме (пунктирные линии).

УРОВ запускается одновременно с действием основных защит при КЗ (блок «Пуск ИО»). Блок «Выдержка времени» необходим для формирования, необходимой выдержки на срабатывание УРОВ. Это

выдержка формируется из времени отключения выключателя, времени возврата элемента контроля тока и времени запаса [3]. Кроме того, при выполнении пусковых условий выполняется формирование сигнала на запрет АПВ и выдается команда на отключение выключателей.

Предлагаемая схема УРОВ с ускорением может стать достаточно эффективным средством обеспечения ДУ генераторов при трехфазных КЗ на ВЛ входящих в схему выдачи мощности электростанций.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Исследование влияния повышения быстродействия УРОВ на динамическую устойчивость генераторов ЭЭС/ Ю. В. Шабалина, Р. Б. Абеуов; науч. рук. Р. Б. Абеуов // Электроэнергетика глазами молодежи: сборник докладов V международной молодежной научно-технической конференции, г. Томск, 10-14 ноября 2014 г. в 2 т. / НИ ТПУ.
2. Таубес И.Р. Устройство резервирования при отказе выключателя 110 – 220 кВ. – М: Энергоатомиздат, 1988.-88 с.
3. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита. – М.: Энергоатомиздат, 2007, 549 с.
4. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие для вузов. – М: Издательский дом МЭИ, 2010-336 с.

Научный руководитель: Р.Б. Абеуов, к.т.н., доцент каф. ЭСиЭ ЭНИН ТПУ.

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И СОСТАВА ОБОРУДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

О.А. Иванин

Объединенный институт высоких температур  
Российской академии наук

В энергетическом балансе России заметную роль играют объекты малой распределенной энергетики [1]. При этом требования энергоэффективности и энергосбережения, а также экологические ограни-