

**УДК 621.311:621.314**

Ф.С. Непша, аспирант кафедры ГМиК  
(Кузбасский государственный технический университет  
им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово)

## **К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ АКТИВНО-АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ**

Одним из перспективных направлений развития электроэнергетики является развитие теоретической и практической базы для создания интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС). Важнейшей задачей ИЭС ААС является поддержание в автоматическом режиме необходимого уровня напряжения на зажимах электроприемников, при котором сохраняется их работоспособность на протяжении всего срока службы, а потери в распределительных сетях минимальны.

В настоящее время регулирование напряжения в распределительных сетях может осуществляться в автоматическом режиме с помощью устройств автоматического регулирования напряжения трансформаторов (АРНТ). Тем не менее, несмотря на преимущества их использования, на большинстве подстанций 35-110 кВ устройства АРНТ переведены в неавтоматический режим, что связано со следующими причинами:

1. Различные дефекты устройства РПН (повреждения привода, высокое сопротивление контактов, низкое сопротивление изоляции и пр.), которые не позволяют осуществлять регулирование напряжения без отключения трансформатора.

2. Колебания напряжения в сети 6-10 кВ находятся в пределах, удовлетворяющих требованиям потребителей электроэнергии, а следовательно согласно пункту 5.3.6 Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации по решению технического руководителя энергосистемы допускается устанавливать неавтоматический режим регулирования напряжения.

3. Алгоритм работы устройства АРНТ вызывает быстрый износ устройства РПН, что в конечном итоге приводит к необходимости его замены.

При этом эффективность работы устройства АРНТ во многом зависит от правильности определения его уставок. Но даже при правильном выборе уставок, устройства АРНТ обладают рядом недостатков, которые делают не возможным их применение в условиях ИЭС ААС, которая должна обладать следующими свойствами [1]:

1. ИЭС ААС должна используя достаточное количество датчиков текущих режимных параметров обеспечивать в автоматическом режиме нормативные уровни напряжения на зажимах электроприемников потребителей. При этом должен обеспечиваться нормативный уровень напряжения на как можно большем количестве электроприемников.

2. ИЭС ААС должна обеспечивать нормативный уровень качества электрической энергии в ремонтных режимах, а также в аварийных и послеаварийных режимах.

3. В условиях ИЭС ААС должна решаться задача оптимизации затрат на передачу электроэнергии.

Поэтому при разработке алгоритма работы устройств АРНТ, отвечающего требованиям ИЭС ААС необходимо руководствоваться двумя критериями выбора оптимального положения устройств РПН:

– *критерий обеспечения нормативного уровня напряжения* в наибольшем количестве точек передачи электрической энергии или на наибольшем количестве электроприемников. При этом действующий ГОСТ 32144-2013, определяющий требования к качеству электроэнергии не применим для определения допустимого диапазона отклонения напряжения в точках передачи электрической энергии, т.к. большинство потребителей не имеет возможности использовать устройства регулирования напряжения. Поэтому для определения допустимых отклонений напряжения в распределительной сети целесообразней руководствоваться нормативными требованиями к уровню напряжения на зажимах электроприемников.

– *критерий минимума потерь активной мощности*. Алгоритм оптимизации положений устройств РПН по этому критерию подробно описан в работе [2], в которой на примере сетей Филиала ОАО «МРСК Сибири» - «Кузбассэнерго – РЭС» показано, что выбор оптимального положения РПН трансформаторов может позволить существенно повысить энергоэффективность сетевого комплекса.

Учитывая вышесказанное, в данной работе для интеграции существующих устройств АРНТ в состав ИЭС ААС предлагается разработать активно-адаптивную систему регулирования напряжения, включающую в себя 3 блока:

1. *Устройство контроля за нормальным функционированием цепей, автоматики и электропривода устройства РПН*, которое должно осуществлять непрерывный контроль за ресурсом РПН, а также за его техническим состоянием. При этом количество допустимых переключений в день должно определяться исходя их допустимого количества переключений за весь срок службы устройства РПН.

2. *Датчики напряжения*, установленные в заранее выбранных контрольных точках и осуществляющие непрерывные измерения уровня напряжения. Выбор контрольных точек должен производится с использо-

ванием алгоритма, учитывающего топологию и параметры распределительной сети. При отсутствии возможности размещения датчиков непосредственно у потребителя, уровень напряжения на зажимах электроприемников должен определяться расчетным путем. От правильности выбора контрольных точек напрямую зависит эффективность работы АРНТ. В отличии от существующих устройств АРНТ, контроль напряжения будет производиться не на шинах подстанции, а непосредственно на зажимах электроприемников и (или) в точках передачи электрической энергии.

3. *Устройство сбора, анализа и обработки данных получаемых от датчиков напряжения*, которое должно осуществлять выбор оптимального положения устройства РПН по критерию минимума потерь активной мощности, а также по критерию обеспечения нормативного уровня напряжения в наибольшем количестве точек передачи электрической энергии или на наибольшем количестве электроприемников. Алгоритм выбора оптимального положения устройства РПН должен по возможности учитывать статические характеристики нагрузки, которые, как было показано в работе [3], оказывают сильное влияние на выбор оптимального положения устройства РПН.

Дальнейшее развитие и реализация предложенной системы активно-адаптивного регулирования напряжения в рамках ИЭС ААС позволит обеспечить требуемый уровень напряжения на максимально возможном количестве электроприемников при минимальном уровне потерь активной мощности, что позволит существенно повысить энергоэффективность сетей ТСО и промышленных предприятий.

#### Список литературы

1. Дорофеев В. В., Макаров А. А. Активно-адаптивная сеть – новое качество ЕЭС России. //Журнал «Энергоэксперт». – 2009 - №4 – с. 28-34.
2. Непша Ф.С., Шевченко А.А., Дабаров В.В., Оценка эффективности оптимизации положений устройств встречного регулирования напряжения на примере электрических сетей филиала ОАО «МРСК Сибири» - «Кузбассэнерго – РЭС//Вестник КузГТУ.-2013-№2-с. 112-115.
3. Непша Ф.С., «Оценка влияния статических характеристик нагрузки на оптимизацию положения устройств встречного регулирования напряжения трансформаторов»//Сборник статей Международной научно – практической конференции. (5 мая 2014 г., г. Уфа)- Уфа: Аэтерна,2014. – 94 с.