

## **О Т З Ы В**

официального оппонента на диссертационную работу Петрова Владимира Сергеевича “Цифровая система автоматического ограничения повышения напряжения сетей 110-750 кВ”, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – “Электрические станции и электроэнергетические системы”

### **1. Актуальность темы**

Диссертационная работа Петрова Владимира Сергеевича актуальна, особенно в свете последних тенденций внедрения микропроцессорных (МП) устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики (РЗ и А). Это объясняется тем, что, как правило, в новых МП устройствах значительно улучшены сервисные функции, что позволяет сделать огромный шаг вперед в решении вопросов самодиагностики, а также анализа работы защиты и автоматики после аварии. Однако зачастую алгоритмы устройств РЗ и А не претерпевают значительных изменений и остаются практически такими же, что использовались и до внедрения МП устройств РЗ и А. Это предполагает, что не все ресурсы и возможности МП устройств задействованы в полной мере.

В работе Петрова В.С. используются новые способы обработки входных сигналов и алгоритмы управления техническими средствами ликвидации перенапряжений с использованием всех возможностей современных МП устройств РЗ и А.

### **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 87 наименований и двух приложений. Общий объем составляет 154 страницы.

В первой главе рассмотрены основные режимы перенапряжений, проведен обзор существующих устройств автоматического ограничения повышения напряжения (АОПН), приведена нормативная база (ГОСТ, СТО) с требованиями к устройствам АОПН в сетях 110-750 кВ, очерчен круг решаемых в диссертации научных и технических задач по совершенствованию МП систем АОПН.

Во второй главе рассматриваются новые алгоритмы, предлагаемые автором для оценки максимального и действующего значения напряжения в измерительных органах цифровых систем АОПН, исследуются их характеристики и погрешности. Данные алгоритмы позволяют повысить качество измерительных органов АОПН, соответственно, функционирования комплекса в целом.

В третьей главе рассматриваются разработанные автором алгоритмы формирования управляющих воздействий с учетом вольт-временной характеристики (ВВХ), учета остаточного ресурса и учета восполнения ресурса электрической изоляции. Введено новое понятие диаграммы расхода остаточного ресурса электрической изоляции высоковольтного оборудования.

В четвертой главе рассматриваются различные факторы, которые могут привести к кратковременному (локальному) искажению входного измеряемого сигнала. Приводится оценка влияния локальных искажений на оценку величины максимального и действующего значений и, соответственно, на оценку остаточного ресурса электрической изоляции. Приведены алгоритмы построения фильтров для повышения достоверности входных сигналов в условиях локальных искажений.

Пятая глава является логическим завершением данной работы, где описывается практическое применение теоретических принципов, изложенных в главах 2-4, а именно, реализация комплекса АОПН на базе серийной линейки многофункциональных терминалов «ЭКРА 200» производства ООО НПП «ЭКРА». В данной главе приводятся функционально-логические схемы и результаты практических испытаний разработанного устройства.

Кратко характеризуя представленную работу, необходимо отметить, что в работе проведен комплекс исследований по процессам перенапряжений в сети электроснабжения 110-750 кВ, по результатам которых автором были предложены способы повышения эффективности цифровых АОПН, благодаря усовершенствованным алгоритмам фильтрации, учета восполнения ресурса электрической изоляции, формирования управляющих воздействий.

В целом, в диссертационной работе выполнен комплекс исследований, результатом которых являются предложенные автором алгоритмы измерительных и логических органов, обеспечивающих повышение

эффективности систем АОПН.

Необходимо особо отметить следующие достоинства данной работы:

- комплексный подход к исследованиям, начиная от алгоритмов фильтрации входных сигналов и заканчивая алгоритмами формирования управляющих воздействий;

- технические требования, предъявляемые к разработанному комплексу АОПН, базируются на актуальной нормативной базе (РД, ГОСТ, ОСТ ФСК);

- результаты исследований и разработанные алгоритмы защищены патентами РФ;

- работа имеет практическую направленность, связанную с разработкой и подготовкой к серийному производству системы АОПН на базе терминала серии ЭКРА 200 производства ООО НПП «ЭКРА».

### **3. Достоверность полученных результатов и новизна исследований**

Результаты, выводы и рекомендации, изложенные в работе, основываются на современных достижениях в области релейной защиты и автоматики энергосистем, теоретических основ электротехники, теории электромагнитных и электромеханических переходных процессов, теории техники высоких напряжений, теории автоматического управления и цифровой обработки сигналов.

Грамотное применение теоретических основ электротехники, математического аппарата, основ математического моделирования и цифровой обработки сигналов не вызывает сомнений в достоверности результатов, полученных Петровым Владимиром Сергеевичем в данной работе.

В рассматриваемой диссертационной работе представлены новые алгоритмы цифровой обработки сигналов для выделения максимального и действующего значения напряжения с учетом возможного отклонения частоты сети и локальных искажений входных сигналов в приложении к задачам АОПН для сетей 110-750 кВ.

Разработаны новые эффективные алгоритмы формирования управляющих воздействий микропроцессорных систем АОПН с учетом вольт-временных характеристик (ВВХ) первичного оборудования и учета ресурса электрической изоляции контролируемого электрооборудования.



Применение данных алгоритмов позволяет избежать преждевременного отключения электрооборудования и его эксплуатацию при исчерпанном ресурсе электрической изоляции.

#### **4. Замечания**

По содержанию диссертационной работы имеются следующие вопросы и замечания:

1. Из всех технических мероприятий, направленных на снижение перенапряжений в сетях 110-750 кВ, в работе упоминается только включение шунтирующих реакторов, мало освещен вопрос применения других мероприятий по снижению перенапряжений.

2. Формирование управляющих воздействий для снижения перенапряжений в представленной работе строится на предположении о линейности расхода остаточного ресурса электрической изоляции (стр.61). С чем связано подобное утверждение, в работе подробно не описано.

3. В работе рассматриваются перенапряжения, имеющие характер стационарного процесса (даже с учетом отклонения частоты от номинальной), но не рассматриваются процессы грозовых перенапряжений, которые тоже оказывают влияние на расход остаточного ресурса электрической изоляции первичного оборудования. Каким образом учитывается их влияние?

4. На стр. 22 диссертационной работы есть ссылка на стандарт ОАО «ФСК ЕЭС», который в свою очередь содержит данные по ВВХ, на которые автор ссылается в работе. Любой стандарт имеет свой номер и название, в работе необходимо указать название и номер стандарта либо дать ссылку на источник в списке использованной литературы.

5. В работе автора рассматривается расход остаточного ресурса электрической изоляции первичного оборудования, при этом не совсем понятно как рассчитывается этот ресурс для групповых схем (секция шин и несколько отходящих линий, трансформаторы), ведь под перенапряжения могут попасть несколько элементов первичного оборудования сети 110-750 кВ.

#### **5. Заключение**

Отмеченные замечания не снижают научной и практической ценности диссертации в целом.

Основные положения диссертации с достаточной полнотой изложены в

автореферате. Материалы диссертации опубликованы в 15 работах, в том числе в 2 статьях в изданиях из перечня ВАК РФ и 3 патентах РФ на изобретение. Результаты исследований докладывались и обсуждались на международных, всероссийских и региональных конференциях.

Диссертация “Цифровая система автоматического ограничения повышения напряжения сетей 110-750 кВ” соответствует критериям, установленным Положением ВАК РФ о присуждении ученых степеней, в ней содержится решение задачи, имеющей существенное научное и практическое значение для развития релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем, ее содержание соответствует специальности 05.14.02 – “Электрические станции и электроэнергетические системы”, а её автор Петров Владимир Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,  
кандидат технических наук,  
главный инженер  
отдела релейной защиты и автоматики  
ООО «НПП Бреслер»  
+7-835-2-36-73-33  
alex@bresler.ru

Павлов Александр Олегович

25.05.2015

М.П.

Подпись А.О. Павлова  
удостоверяю:

Генеральный директор  
ООО «НПП Бреслер»  
428018, г. Чебоксары,  
Ядринское шоссе, 4в

Ефимов Николай Самсонович