

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ОАО «ВНИИР»

_____ Л.Г. Максеева

« 12 » мая 2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ОАО «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт релестроения с опытным производством» (ВНИИР) 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 диссертации

В настоящее время в связи со стремлением к максимальному увеличению пропускной способности сетей сверхвысокого напряжения (СВН) наблюдается повышение вероятности возникновения аварийных режимов, требующих в качестве одной из воздействующих мер одностороннего отключения линии (деление энергосистемы на обособленные энергозоны). Такие ситуации могут привести к возникновению перенапряжений, устраняемых с помощью ряда управляющих воздействий, формируемых автоматикой ограничения повышения напряжения (АОПН). Однако существующие на данный момент времени способы реализации функций АОПН недостаточно совершенны; это касается как фиксации фактов повышения напряжения сверх нормативных пределов, так и учета в полной мере вольт-временной характеристики конкретного первичного оборудования. Указанные недостатки проявляются в преждевременном отключении первичного оборудования или, напротив, в повреждении элементов первичной сети из-за пробоев изоляции.

ОАО «ВНИИР»

Реализовать более совершенные алгоритмы функционирования АОПН, получить на их основе решения, способные более полно учитывать возможности первичного оборудования, что в конечном итоге позволит снизить вероятность повреждения высоковольтного оборудования и увеличить надежность работы всей системы в целом, можно (как это и выполнено автором), применяя микропроцессорную элементную базу.

В связи с изложенным выше, актуальность темы диссертационной работы Петрова В.С., направленной на совершенствование автоматики ограничения повышения напряжения, устанавливаемой в качестве элемента противоаварийной автоматики на системообразующих линиях СВН, несомненна.

2. Структура работы

В первой главе диссертации на основе обзора возможных в электроэнергетической системе перенапряжений установлено, что наиболее опасным для высоковольтного оборудования (и сложным для микропроцессорной АОПН) является режим параметрического резонанса на второй гармонике. Показано, что цифровая обработка сигнала, выполняемая АОПН, может дополнительно усложняться из-за вероятного отклонения (до 12 Гц) частоты сети от номинального значения. В связи с этим режим параметрического резонанса на второй гармонике при возможном отклонении частоты принят в качестве тестового при разработке АОПН. В этой же главе на основе анализа характеристик электрической изоляции, а также обзора существующих устройств АОПН сформулированы научные и технические задачи совершенствования цифровой системы АОПН.

Во второй главе показана неэффективность применяемых в существующих устройствах АОПН способов оценки максимального и действующего значений напряжения в режиме параметрического резонанса на второй гармонике, а также при отклонении частоты от номинальной. Предложены и исследованы новые способы оценки указанных величин. Показано, что новые способы обладают повышенной точностью оценки при отклонении частоты сети от номинального значения, а также при наличии в сигнале высших гармонических составляющих.

Третья глава посвящена разработке новых алгоритмов формирования цифровой системой АОПН управляющих воздействий на технические средства ликвидации перенапряжений. Алгоритмы учитывают восстановление ресурса электрической изоляции контролируемого высоковольтного оборудования на основе зафиксированного уровня перенапряжения. Разработка алгоритмов направлена на исключение преждевременного отключения электрооборудования, а

также технически необоснованного продолжения его эксплуатации при исчерпанном ресурсе электрической изоляции.

В четвертой главе рассмотрены задачи повышения устойчивости функционирования цифровой системы АОПН при локальных искажениях входного сигнала. Показано влияние локального искажения на оценку контролируемых величин (максимального и действующего значений) и, как следствие, на определение остаточного ресурса электрической изоляции высоковольтного оборудования. Сделан вывод о необходимости коррекции отсчетов с локальными искажениями, предложен и исследован способ ее реализации.

В пятой главе рассмотрено практическое приложение выполненных в диссертационной работе исследований, выразившееся в разработке действующего образца микропроцессорного устройства АОПН. Приведена функционально-логическая схема новой цифровой системы АОПН, дана характеристика аппаратной реализации, приведены результаты испытаний с использованием цифрового моделирующего комплекса реального времени RTDS. Отмечено, что разработка соответствует действующим на территории Российской Федерации нормативным документам и подготовлена к серийному выпуску.

3. Значимость полученных автором диссертации результатов для релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем

Значимость для теории (научная ценность) заключается в следующем:

1. Предложенные новые способы повышения точности оценки контролируемой величины цифровой системой АОПН (способы оценки максимального и действующего значений напряжения) отличаются от известных повышенной точностью в условиях отклонения частоты сети от номинального значения, а также при наличии в сигнале высших гармоник.

2. Новые алгоритмы цифровой системы АОПН, разработанные на основе предложенных в работе способа учета восполнения ресурса электрической изоляции контролируемого электрооборудования после исчезновения перенапряжения и способа формирования управляющих воздействий на технические средства ликвидации перенапряжений, отличаются от известных повышенными точностью оценки ресурса электрической изоляции и эффективностью применения технических мероприятий по ликвидации затянувшихся перенапряжений. Предложенные способы исключают преждевременное отключение электрооборудования, а также технически необоснованное продолжение его эксплуатации при исчерпанном ресурсе электрической изоляции.

3. Предложенный способ повышения устойчивости функционирования цифровой системы

АОПН в условиях локального искажения входного сигнала отличается от известных более высокой эффективностью.

Значимость для практики (практическая ценность) заключается в следующем:

1. Предложенные способы оценки максимального и действующего значений напряжения могут быть использованы в различных измерительных органах микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики.

2. Предложенные способ учета восполнения ресурса электрической изоляции контролируемого высоковольтного электрооборудования и способ формирования управляющих воздействий на технические средства ликвидации перенапряжения применимы в устройствах цифровых систем автоматического ограничения повышения напряжения.

3. Разработанный способ повышения устойчивости функционирования АОПН в условиях локальных искажений входного сигнала может быть использован при разработке различных цифровых систем противоаварийной автоматики и релейной защиты.

4. Оценка изложения материала, публикаций и автореферата

Изложение материала отличается внутренним единством, достаточно высоким научным уровнем. Стил ь изложения материала и его оформление нареканий не вызывают. Основные результаты диссертационной работы достаточно полно раскрыты в опубликованных единолично и в соавторстве работах, а также доложены на международных и всероссийских конференциях. Автореферат соответствует содержанию диссертации и отражает её теоретические и практические результаты.

5. Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. В работе кратко рассмотрены вопросы перенапряжений, возникающих при установке устройств продольной компенсации по концам линий сверхвысокого напряжения. Как указанные режимы влияют на работу всей сети в целом и какие управляющие воздействия применяются для ликвидации перенапряжений в указанной сети?

2. В работе отсутствует математический анализ предельных граничных требований к погрешности исходных данных, позволяющих достичь заявленного уровня точности авторского способа оценки максимального значения напряжения, полученного в сравнении со стандартным

способом в рамках 2-ой главы. Проводился ли математический расчет влияния погрешности в задании исходных данных на определение максимального значения напряжения по авторскому способу?

3. Каковы конкретные рекомендации для проектных институтов по расчету уставки порога, обеспечивающего выделение участка с максимальным значением измеряемого напряжения?

4. Учитывается ли в алгоритме усовершенствованного АОПН требование по ограничению числа перенапряжений за определенный период времени для соответствующих первичных элементов сети.

5. В силу каких причин принято техническое решение по блокированию алгоритма АОПН при фиксации неисправности ТН?

6. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации (значимость для развития релейной защиты и автоматики)

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в научно-исследовательских организациях при разработке и последующем выборе параметров срабатывания усовершенствованных устройств автоматики ограничения повышения напряжения, устанавливаемых на линиях высокого и сверхвысокого напряжения электроэнергетической системы Российской Федерации.

Рекомендуется изложить предложенные в диссертационной работе алгоритмы в виде учебного пособия для студентов, обучающихся по профилю «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», и магистрантов, обучающихся по программе «Автоматика энергосистем».

7. Заключение

Автореферат и публикации автора отражают основное содержание работы.

Приведенные вопросы и замечания не снижают научной и практической ценности диссертации.

Диссертационная работа Петрова Владимира Сергеевича является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для релейной защиты и противоаварийной автоматики электроэнергетических систем. Работа соответствует специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы», отвечает требованиям ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Петров Владимир Сергеевич –

заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв на диссертацию Петрова В.С. на тему «Цифровая система автоматического ограничения повышения напряжения сетей 110-750 кВ» обсужден и одобрен на заседании Центра моделирования электроэнергетических систем открытого акционерного общества «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт релестроения с опытным производством» (ОАО «ВНИИР») от 28 апреля 2015 г., протокол № 2015-04-2.

Руководитель

Центра моделирования электроэнергетических систем
канд. техн. наук

Наволочный
Александр Альбертович

e-mail: vniir@vniir.ru

Тел.: +7-8352-39-00-00, Факс: +7-8352-39-00-01