

## Отзыв

официального оппонента на диссертацию Финашина Романа Андреевича «Исследование и разработка импульсно-резистивного заземления нейтрали и устройства глубокого ограничения перенапряжений для электрических сетей 6-35 кВ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.12 – «Техника высоких напряжений»

### Актуальность темы

Тема диссертационной работы представляется актуальной для электрических сетей средних классов напряжения, поскольку заземление нейтрали через резистор имеет несомненные достоинства, в первую очередь касающиеся подавления дуговых перенапряжений, подтвержденные мировой практикой и опытом, накопленным в России. Однако постоянное подключение резистора к нейтрали при устойчивом замыкании на землю положительного эффекта не обеспечивает, лишь увеличивая размеры повреждения и снижая электробезопасность, а при изменении емкости сети неоптимально. Поэтому разработка устройств резистивного заземления, способных обеспечивать ограничение перенапряжений и одновременно минимизацию негативного влияния активной составляющей тока замыкания на землю, представляет большую научную и практическую ценность.

В работе решается научная задача теоретического обоснования, разработки и технической реализации устройства импульсного резистивного заземления нейтрали, основанном на определении производной напряжения нейтрали, а также разработки устройств глубокого ограничения дуговых перенапряжений на основе ОПН. В этой связи соискатель последовательно выполняет научное обоснование успешности применения указанных устройств, заключающееся в следующем:

- разработке математических моделей переходных процессов, сопровождающих однофазные замыкания на землю в сетях с разветвленной топологией;

- проведении экспериментальных исследований элементов устройств в лабораторных условиях;

- формировании технических требований к системе запуска полупроводникового ключа устройств.

## **Степень обоснованности научных положений, рекомендаций, выводов**

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов выводов и рекомендаций.

При математическом моделировании сетей с незаземленной нейтралью и разветвленной топологией и переходных процессов при установившихся и перемежающихся замыканиях на землю используется ряд общепринятых допущений, применяются методы теории электрических цепей, метод трапеций, метод бегущих волн. Основные результаты получены с использованием аналитических, численных, численно-аналитических методов расчета и анализа с применением методов физического моделирования и экспериментальных методов.

Компьютерное моделирование переходных процессов при перемежающемся дуговом замыкании и устройства глубокого ограничения перенапряжений проводилось с помощью комплекса программ схемотехнического моделирования PSPICE. Кроме того, была разработана компьютерная модель ключа импульсно-заземляющего резистора и запускающего трансформатора.

Для подтверждения теоретических результатов, полученных исследованием на математических моделях, автором изготовлен и испытан опытный образец устройства, пригодного для эксплуатации в реальной электрической сети 6-10 кВ.

Таким образом, обоснованность результатов, полученных соискателем, базируется на согласованности данных экспериментов и научных выводов. Достоверность экспериментальных данных обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований. Теоретические положения основываются на известных достижениях фундаментальных и прикладных дисциплин.

### **Оценка новизны и достоверности**

В качестве новых научных результатов диссертантом выдвинуты следующие положения:

- теоретически обосновано снижение энерговыделения в нейтрале-заземляющем резисторе в режиме перемежающегося дугового замыкания по сравнению с режимом его постоянного подключения к нейтрали и устойчивом ОЗЗ
- разработаны математические модели распределительных электрических сетей с импульсно резистивным заземлением нейтрали с

учетом временного разброса включения симисторов, осуществляющих подключение резистора к нейтрали;

- разработано устройство управления симисторами в составе устройства импульсно-резистивного заземления, позволяющее исключить перегрев защитных варисторов;

- проведена оценка возможности использования управляемых вакуумных разрядников в качестве высоковольтных ключей в устройствах импульсно-резистивного заземления;

- теоретически и экспериментально определен уровень чувствительности устройства ИРЗ, созданного на основе высоковольтного составного симисторного ключа;

- предложен новый способ глубокого ограничения дуговых перенапряжений, основанный на совместном использовании устройства импульсно-резистивного заземления и составного ОПН;

- разработана и изготовлена низковольтная физическая модель сети с различными способами заземления нейтрали, позволившая апробировать импульсно резистивный способ заземления;

-разработан и испытан на высоком напряжении опытный образец устройства импульсно-резистивного заземления для сетей 6-10 кВ с емкостным током замыкания до 20 А.

В целом результаты, полученные автором, являются новыми научно обоснованными знаниями.

Диссертационная работа имеет достаточно высокую степень апробации. Ее основные научные результаты и положения неоднократно докладывались и обсуждались на различных конференциях, отражены в 12 научных работах, в том числе в 2 статьях в журналах перечня ВАК РФ, в 1 работе в издании, индексируемом базами SCOPUS, а также в одном патенте РФ на изобретение и одном – на полезную модель.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. Представляется не очень удачными формулирование научной новизны работы и положений, выносимых на защиту. Новые научные результаты было бы правильнее излагать терминами: «изучено», «раскрыто», «доказано», «выявлены основные закономерности» и пр., а положения, выносимые на защиту – соответственно: «анализ», «теоретическое обоснование», «принципы, способ, устройство» и др.

2. Вызывает удивление ссылка на 2 работы 2007 и 2015 г.г. в начале пункта «1.2.1 Принцип работы дугогасящего реактора» (стр.16),

как будто со времен В.Петерсена никто об этом ничего не писал, хотя далее следуют общеизвестные положения, изложенные во всех учебниках.

3. На стр. 20 указано «Целью низкоомного резистивного заземления является ограничение токов ОЗЗ» со ссылкой на работу, в которой ничего подобного нет и быть не может, поскольку подключение низкоомного резистора (как и высокоомного) **УВЕЛИЧИВАЕТ** ток замыкания.

4. На стр.47 в примере расчета напряжения на делителе мощность питающего трансформатора представляется слишком завышенной – 200МВА. В реальных распределительных сетях такое маловероятно.

5. На рис.2.17 (стр. 53) отсутствует расшифровка по цвету приведенных зависимостей.

6. Более всего вызывает сомнения качество компьютерной модели дугового замыкания (гл.3) по следующим соображениям. На рис.3.3 (стр.72). иллюстрирующем горение дуги по Петерсену, указано, что напряжение пробоя фазной изоляции 30 В, в то время как амплитуда фазного напряжения явно больше, что видно по фазе В. Не показан ток замыкания, поэтому неясен точно момент гашения, трудно судить, происходит ли это через 2 мс или ранее. Если первое зажигание дуги имеет место в момент 28мс, то почему до этого момента существует напряжение на нейтрали? Или осциллограммы смещены относительно нулевой оси? Косвенно об этом может свидетельствовать то, что напряжение в фазе А при повторном зажигании меньше, чем при первом, чего по теории Петерсена вообще быть не может.

Так же, как не может напряжение на нейтрали менять знак при горении дуги по теории Петерса -Слепяна (рис. 3.4, стр.73) (см., например, Лихачев Ф.А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов / Ф.А. Лихачев. – М.: Энергия, 1971. – 152с.). Эскалации перенапряжений от зажигания к зажиганию также не наблюдается.

Аналогично и при моделировании на физической установке перенапряжения на здоровой фазе не возрастают при повторном зажигании дуги (стр.82, рис. 3.11). Непонятно, почему в отрицательных полупериодах напряжение на нейтрали и на здоровой фазе ниже, чем в положительных. На рис. 3.12 (стр. 83) напряжение поврежденной фазы имеет одинаковую полярность с напряжением на нейтрали, чего в принципе не может быть.

7. Имеется также ряд редакционных замечаний, включая несогласованные предложения, пропущенные буквы (например, стр. 42. «центу питания»), лишние запятые.

Отмеченные недостатки несколько снижают качество диссертации, но не влияют на основные теоретические и практические результаты исследований.

### Заключение

Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, содержащую новые решения важной и актуальной научной задачи, выполненную автором самостоятельно на довольно высоком научном уровне.

Работа базируется на достаточном количестве расчетов и примеров, экспериментальных данных. Диссертация написана грамотно, аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Тема и содержание диссертационной работы отвечает паспорту научной специальности 05.14.12 п.5 - «Исследование атмосферных и внутренних перенапряжений, разработка методов и устройств для ограничения перенапряжений...»

Работа отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Финашин Роман Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.12 – «Техника высоких напряжений».

Официальный оппонент:

Профессор кафедры Электроснабжения  
промышленных предприятий и электротехнологий  
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
университет – МЭИ», доктор технических наук, доцент  
(140250, Московская область,  
Воскресенский район, д. Цибино,  
пер. Школьный, д. 11, кв. 12,  
тел.: +7-(925)-1895152)

Рыжкова  
Елена Николаевна

Подпись официального оппонента

2  
ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА  
УПРАВЛЕНИЯ ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ  
Л.И.ПОЛЕВАЯ

С Озвон получен 01.06.2020г. /Семин А.А./  
С отзывом ознакомлен 02.06.2020 /Финшин