

## РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен “доктор”

**Автор на дисертационния труд:** *маг. инж. Данаил Петев Станчев*

**Тема на дисертационния труд:** *ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА ПРЕНАПРЕЖЕНИЯ В ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ПОДСТАНЦИИ 220 KV*

**Професионално направление:** *5.4. Енергетика*

**Научна специалност:** *„Електроенергийни системи“*

**Научен ръководител:** *доц. д-р инж. Маргрета Парашкеванова Василева*

**Изготвил рецензията:** *проф. д-р инж. Валентин Колев*

**1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение. Степен и мащаб на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията.**

Темата на дисертационния труд (ДТ) е актуална. Целта на ДТ е да се разработи методика за координация и проверка на изолацията на електроенергийни съоръжения в Електроенергийната система (ЕЕС) чрез моделно изследване в подстанции 220 kV. Направен е прецизен преглед на различните модели, които се използва за решаване на задачи свързани с определянето на атмосферните, комутационните и установените пренапрежения в ЕЕС. За постигането на поставената цел са решени редица правилно поставени задачи като са използвани съвременни методи и програмни реализации за моделиране на електромагнитни преходни процеси в сложни електрически мрежи (ЕМТР).

**2. Познава ли дисертантът състоянието на проблема и оценява ли творчески литературния материал?**

Дисертационният труд съдържа 168 страници, включително 122 фигури, 35 таблици, и 10 приложения, оформени в 4 глави, общи изводи и списък на използваната литература от 146 заглавия, от които 6 на кирилица и 140 на други езици. Използваната литература и анализът към нея показва, че докторантът се е запознал със световните и тези в страната постижения на науката и практиката, което е дало възможност да бъдат коректно поставени целта и задачите на ДТ. Специално внимание е обърнато на моделирането на процесите и елементите при нискочестотни въздействия, пренапрежения с полегат фронт (комутационни пренапрежения), както и при въздействие на атмосферни пренапрежения. При моделиране на елементите на ЕЕС с въздействие на атмосферни пренапрежения е приложено мултифазно представяне на стълбовете на електропроводите. На базата на литературния материал дисертантът си е поставил следните задачи:

- Да се съставят заместващи схеми на електрическа подстанция 220 kV

при въздействие на атмосферни и комутационни пренапрежения.

- Да се разработят симулационни модели на подстанция 220 kV при въздействие на атмосферни и комутационни пренапрежения.
- Да се направят вариантни изследвания на симулационните модели на подстанция 220 kV.
- Да се разработи методика за координация на изолацията на подстанция 220 kV чрез подробно моделно изследване.

### ***3. Избраната методика на изследване може ли да даде отговор на поставената цел и задачи на дисертационния труд?***

Методите на изследване обхващат моделни изследвания на пренапреженията в подстанция 220 kV, симулации на вариантни случаи, обработка на резултатите, както и статистическа обработка на част от резултатите. Направена е и процедура за координация на изолацията на електрическата подстанция 220 kV. Разработените модели, направените моделни схеми и представената методика могат да дадат отговор на поставените задачи и по този начин да изпълнят поставената цел. Получените резултати могат да бъдат използвани и внедрени в електроенергийната система като моделните схеми могат да се използват при обучението на студенти.

### ***4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.***

Основният текст на ДТ е изложен на 119 страници и се състои от съдържание, списък на използваните съкращения, списък на използваните символи и техните значения, въведение, четири глави с изводи за всяка, изводи и заключение на получените резултати, библиография, списък на публикациите по темата на дисертационния труд, списък с бъдещите публикации по темата на дисертационния труд и планирани бъдещи изследвания.

В първа глава е направена класификация на видовете пренапрежения, основните причини за възникване, максималните нива на пренапрежения възникващи при различните въздействия, както и основните изпитвателни стойности давани от международните стандарти. Направен е обзор на основните насоки при моделиране елементите на електроенергийната система, както и използваните заместващи схеми при въздействие на различен тип пренапрежение. Представени са моделите препоръчвани от международната електротехническа комисия за изследване на различните въздействия. Изброени са най-често използваните програмни продукти за изследване и анализиране на електромагнитни преходни процеси в ЕЕС. Направен е литературен обзор на процесите и последователностите при процедурите по координация на изолацията.

Във втора глава са анализирани нивата на атмосферните и комутационни пренапрежения като са съставени заместващи схеми и модели. За моделирането на атмосферните пренапрежения в програмна среда АТР-ЕМТР е използван модел на линия с разпределени параметри като са направени вариантни изследвания. При моделирането на комутационните пренапрежения е използван модел на линия с разпределени параметри. Анализирани са класически случаи: включване на електропроводна линия и автоматично повторно включване (АПВ), изключване на повреда и др. В края на тази глава са формулирани изводи. Доказано е, че направените моделни схеми могат да бъдат използвани за изследвания на вълнови процеси в електрически подстанции, както и за обучение на студенти.

В трета глава са показани основните варианти с параметрите на изследванията, както и получените резултати от вариантните изследвания направени на моделите в програмната среда на АТР-ЕМТР – пряко попадение на мълния в различни точки и различна амплитуда на тока на мълнията. Анализирано е влиянието на МВО като е направена разлика във получените пренапрежения с ВО и без ВО. Установено е, че обратни разряди се получават в най-горната фаза при амплитуда на тока на мълнията над 100 kA. Отчетено е и влиянието на формата на вълната на напрежението. Новост е моделирането при наличие на МВО на първия стълб от ЕП и на входа на подстанцията. Синтезирани са много на брой изводи. По-съществените от тях са:

- При близко попадение на мълния се установява недопустимо високи пренапрежения, както и незащитени зони. При амплитуда на тока на мълнията над 200 kA се получава претоварване на МВО по отвеждана енергия;
- Резултатите от моделното изследване при най-тежкия случай на АПВ показват стойности на повредената фаза в края на линията от 606 kV]
- Получените резултати от анализа и оценката на възстановяващото се напрежение между контактите на прекъсвача при трифазно късо съединение и трифазно късо съединение към земя показват, че така избраният прекъсвач може да изключи и издържи такъв тип повреда;
- Получените вариантни резултати от моделните изследвания могат да се използват за координация на изолацията на изследваният обект. Такъв тип данни биха били от ползва при направа на координация на изолацията на електрически подстанции в ЕЕС за различни случаи.

В четвърта глава е представена методика за координация и проверка на изолацията в ЕЕС чрез моделни изследвания. Предложената методика се състои от пет етапа. В първи етап са включени дейностите по определяне типа на изследването, събиране на информация за обекта. Във втори етап на база определения тип на изследването се избират нужните модели за представяне на съоръженията, съставя се моделна заместваща схема, разработват се

вариантни схеми за разглеждане на максимален брой от възможни конфигурации на разглеждания обект. Трети етап от методиката представлява избор на софтуерен продукт, който да представи коректни резултати за целта на изследването, въвеждане на направената заместваща схема в софтуерната среда, настройка на софтуерният продукт за направа на желаното изследване, провеждане на всички симулации на направените моделни варианти, валидиране на резултатите, анализиране, обработка на данните и обобщаването им. Четвърти етап от предложената методика е входването на получените данни от изследванията в процедура по координация на изолацията или използване на данните за изчисляване на всички нужни коефициенти изисквани от стандартите. Пети етап включва оценка, анализ и представяне на избрани технически решения и препоръки.

С така описаната Методика е направен анализ на координацията на изолацията на електрическа подстанция 220 kV. Изследвани са установените, комутационните и атмосферните въздействащи пренапрежения. Определени са и координираните издържани напрежения при различните видове въздействия, както и изискваните издържани напрежения с програмен продукт InsCo (Insulation coordination for power system) 2005 [146] разработен от катедра „Електрическа енергия“ към Солунският университет. Разгледани са различни варианти влияещи върху изолационните нива на монтираното оборудване. Анализирани и оценени са получените резултати.

### ***5. В какво се заключават научните или научно-приложните приноси на дисертационния труд?***

Постигнати са достатъчно научно-приложни и приложни приноси, които са правилно формулирани.

- 5.1. **Научни приноси** - Представена е методика за координация и проверка на изолацията на електроенергийните съоръжения в ЕЕС чрез моделни изследвания.
- 5.2. **Научно-приложни приноси.** Определени са нивата на пренапрежения и са предложени начини за тяхното намаляване при пряко попадение на мълния в близост до подстанция „M1“; при пряко попадение на мълния върху първи стълб в близост до подстанция „M1“; при въздействие на комутационни пренапрежения. Анализирани са факторите, които влияят върху нивата на пренапреженията. Изпълнена е процедурата по координация на изолацията в съответствие с стандарт IEC 71-1, 2.
- 5.3. **Приложни приноси.** Създаден модел в софтуерната среда на АТР-ЕМТР за изследване и анализ на: атмосферни пренапрежения в подстанция „M1“; на комутационни пренапрежения в подстанция „M1“; на възстановяващото се напрежение между контактите на прекъсвач при изключване; създадена е методика, подпомагаща изследването на изключвания, аварии и пресъздаването на различни конфигурации.

Така формулираните научни, научно-приложни и приложни приноси приемам и считам, че са достатъчни за покриване на минималните изисквания за получаване на ОНС „доктор“.

**6. Може ли да се оцени в каква степен дисертационния труд и приносите представляват лично дело на дисертанта?**

От представения ДТ става ясно, че е проведена значителна експериментална работа, която считам, че е лично дело на докторанта, а математическото моделиране и формулирането на претендираните зависимости е станало под методическото ръководство на ръководителя му.

**7. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията (международни, национални, ведомствени, служебни бюлетини и т.н.), в които са отпечатани. Какво е отражението им в науката – използване и цитиране от други автори, в други лаборатории, страни и пр.?**

Резултатите от ДТ са станали достояние на научната общественост чрез 5 публикации (3 самостоятелни), всички доклади на международни конференции, от които 4 са реферирани в SCOPUS.

**8. Резултатите от дисертационния труд използвани ли са вече в научната и социалната практика? Има ли постигнат пряк икономически ефект и пр.?**

Обект на изследване е ОРУ 220 kV на п/ст „Марица изток 1“. Резултатите биха могли да бъдат използвани при избора на защита от пренапрежения на подстанцията.

**9. Мотивирани препоръки за бъдещо използване на научните и научно-приложните приноси: какво и къде да се внедри..**

Разработените модели и зависимости биха могли да бъдат използвани при проектирането на откритите разпределителни уредби за високо и свръхвисоко напрежение.

**10. Авторефератът направен ли е съгласно изискванията, правилно ли отразява основните положения и научните приноси на дисертационния труд?**

Авторефератът отразява напълно съдържанието на ДТ, оформен е в съответствие с изискванията с образеца за изготвяне на авторефератите по дисертационните трудове, посочен в сайта "Развитие на АС - Работни документи".

**11. Критични бележки по дисертацията, включително и по литературната осведоменост на кандидата.**

11.1. Защо при изследване на установени и комутационни пренапрежения се използват заместващи схеми с разпределени параметри.

- 11.2. Означението  $U_{gr}$  е референтно (представително) пренапрежение. Би следвало да е включено в списъка с използвани съкращения.
- 11.3. Изменението на преходното възстановяващо се напрежение между контактите на прекъсвача сравнено ли е с преходната възстановяваща се електрическа якост на конкретния прекъсвач.

## ***12. Заключение***

***Представеният ДТ отговаря напълно на изискванията за придобиване на образователната и научна степен «доктор». Считам, че представеният дисертационен труд покрива изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагането на ЗРАСРБ и Правилника за приемане, обучение на докторанти и придобиване на образователната и научна степен „доктор“ и научната степен „доктор на науките“ в Технически университет - Варна.***

***Това ми дава основание убедено да препоръчам да бъде присъдена образователната и научна степен „доктор“ на маг. инж. Данаил Петев Станчев.***

София, 5.1.2021 г.

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

*(проф. д-р инж. Валентин Колев)*