

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд

за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“ в област на висше образование 5. Технически науки професионално направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика Докторска програма: „Електроснабдяване и електрообзавеждане“

Автор: маг. инж. Веселин Василев Тодоров

Тема: Влиянието на несиметричните и нелинейни режими върху надеждността на електроснабдяването

**Рецензент: проф. д-р инж. Васил Димитров Димитров,
Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“ – София,
катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане на транспорта“**

Рецензията е изготвена на основание Заповед за утвърждаване на Научно жури № Р-826/08.11.2022 г. на Ректора на Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ и в съответствие с решенията на журито, взети на неговото първо заседание на 10.11.2022 г.

1. Общи сведения за процедурата и представените материали

Маг. инж. Веселин Василев Тодоров е зачислен за докторант на самостоятелна подготовка към катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане“ със заповед на Ректора на МГУ „Св. Ив. Рилски“ № Р-932/13.12.2021 г. (считано от 02.12.2021 г.). За научен ръководител е определен доц. д-р инж. Илиян Христов Илиев.

Докторантът е положил успешно изпитите по специалността, предвидени в индивидуалния учебен план, както и изпит по английски език. Той е отчислен с право на защита със заповед на Ректора на МГУ „Св. Ив. Рилски“ № Р-825/07.11.2022 г.

Дисертационният труд е разгледан и обсъден на разширен катедрен съвет на катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане“ на 18.10.2022 г. Направено е предложение за откриване на процедура за защита, което е одобрено от Факултетния съвет на МЕМФ на 04.11.2022 г. (Протокол № 30).

По процедурата за защита докторантът е представил следните документи:

- автобиография - CV;
- заповед на Ректора на МГУ за утвърждаване на състава на Научното жури за публична защита на дисертационния труд;
- заповеди за зачисляване и отчисляване от докторантура;
- удостоверение за положени изпити;
- дисертационен труд за придобиване на ОНС "доктор";
- автореферат на дисертация за придобиване на ОНС "доктор";

- списък и копия на публикации, свързани с дисертационния труд;
- приноси в дисертацията и др.

2. Обща характеристика и актуалност на дисертационния труд

Дисертационният труд е разработен в добър стил в обем от 164 страници и включва четири глави, обобщение на изводите от дисертационния труд с формулирани приноси, библиография и публикации на автора. Изследванията са представени в голям брой формули, 38 таблици и 64 фигури и графики.

В Глава първа (обем от 45 страници) са систематизирани основните показатели и зависимости в теорията на надеждността, както и специфични показатели за надеждност на съоръжения в електроснабдителни системи и на устройства на релейната защита и автоматика. Въведен е коефициент на аварийност, аналогичен на коефициента на принудителен престой на електросъоръженията. Детайлно са анализирани загубите на промишлените обекти вследствие прекъсване на електрозахранването. Проведен е критичен сравнителен анализ на съществуващи методи за определянето им, като се стига до заключение, че те разглеждат две компоненти на тези загуби (преки и косвени) и не отчитат режимни параметри, динамиката на процесите и качеството на електрическата енергия. Обърнато е внимание на оптимизиране на складовия резерв с цел обезпечаване надеждността на електроснабдяването.

В края на главата е формулирана основната цел на дисертацията, която може да бъде конкретизирана по следния начин: да се изследва в теоретичен и практически-приложен аспект надеждността на електроснабдителните системи на различни обекти, с отчитане влиянието на несиметричните и несинусоидални режими на напрежението и тока, да се предложат решения за повишаването ѝ.

За постигането на поставената цел докторантът е формулирал поетапното решаване на основни задачи на дисертационния труд, разгледани в следващите глави.

В Глава втора (обем от 38 страници) са съставени математически модели на невъзстановими и възстановими елементи при различни видове свързвания и откази, представени са математически формализации за оценка на показателите на надеждността. Анализирани са факторите, оказващи влияние върху стареенето на изолацията на електрическите съоръжения, конкретизирано е въздействието им на надеждността, проведено е изследване в този аспект на силови трансформатори. Формирано е предположението, че надеждността им има връзка с режимните характеристики.

В Глава трета (обем от 40 страници) е проведено експериментално изследване на надеждността в условията на несиметрично и несинусоидално натоварване на конкретни обекти. Анализирани са надеждността и аварийността на силови трансформатори, като е изследвано влиянието на режимните характеристики и качеството на електрическата енергия върху експлоатационния

ресурс: проведени са статистически изследвания на надеждността на силови трансформатори по отделни компоненти, въз основа на които са определени показателите на надеждността на специфични елементи. Установено е, че при влошени показатели за качество животът на силовите трансформатори намалява и загубите на мощност при празен ход и к.с. се увеличават значително. Представени са прогнозни показатели на надеждността за няколко промишлени отрасли, предложени са възможности за тяхното подобряване. Проведено е изследване и е направен пълен количествен анализ на надеждността на съоръженията в две подстанции, обобщени са причините за влошените стойности на основните показатели на надеждност за двата обекта (от схемотехнически аспект и като резултат на ниско ниво на качеството на електрическата енергия).

В **Глава четвърта** (обем от 24 страници) е определено количествено влиянието на качеството на електрическата енергия върху надеждността на електро-снабдяването. Предложени са схемни решения за повишаване на надеждността и осигуряване на по-ниски стойности на коефициента на аварийност на изследваните обекти.

С оглед на представените научни изследвания може да се отбележи, че тематиката на дисертационния труд е изключително актуална: чрез конкретни технически решения се предлагат възможности за подобряване на показателите за надеждност на техническото оборудване на електроснабдителни системи. Разработени са математически модели, които са използвани за тяхната оценка. В табличен вид са систематизирани основните показатели за оценка на надеждността, както и параметрите на основни съоръжения и компоненти (след проведен статистически анализ на откази в продължение на достатъчно дълъг период от време). Това позволява бързо и с висока точност определяне на структурата на електроснабдителна система при проектиране и изграждане, спомага за избора на елементи.

3. Обзор на цитираната литература

Библиографията включва 112 литературни източници, от тях 46 са публикации на английски език, 40 – на руски и 22 – на български (книги, статии, доклади), 4 са стандарти и правилници. Близо 60% от източниците са публикувани през XXI век, но се забелязват заглавия от 60^{-те} и 70^{-те} години на XX век.

Докторантът е запознат в достатъчна степен със състоянието на проблематиката, притежава задълбочени теоретични знания по специалността, умее да използва правилно литературния материал при провеждане на научни изследвания, при работа със специализирани програмни продукти, при анализа и тълкуването на постигнатите резултати, което показва способност за творческа интерпретация на зависимостите, известни от литературата.

4. Приноси на дисертационния труд

Съгласен съм по същество с предложените шест приноси на дисертационния труд, класифицирани от докторанта като научни и научноприложни. Те могат да бъдат отнесени към *Формулиране и обосноваване на нова хипотеза (концепция); Създаване на нови методи и конструкции; Доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни области и проблеми; Получаване на потвърдителни факти.*

Приносите могат да бъдат обобщени по следния начин:

Научноприложни:

- Предложен е иновативен подход за оценка на зависимостта на надеждността от влошените показатели за качество на електрическата енергия, апробиран чрез оценка на експлоатационния ресурс на силови трансформатори и определяне на специфични показатели на надеждността на електрическите мрежи.

- Доказано е по нов начин, че:

✓ времето за безотказна работа на изолацията на съоръженията и средното време за възстановяване на кабелни мрежи СН се подчиняват на закона на Вейбул, което създава реални възможности за вземане на адекватни и рационални решения за подобряване на надеждността на електроснабдителни системи;

✓ влошените показатели за качество на електрическата енергия съществено влияят върху интензивността на отказите $\lambda(t)$ на почти всички основни силови и комутационно-защитни елементи от електроснабдителните системи;

✓ съществува силна корелационна зависимост между интензивността на отказите $\lambda(t)$ на кабелни линии и динамиката на изменение на натоварването;

✓ съществено се снижава експлоатационният живот на силови трансформатори, работещи в условията на силно изявени несиметрични и несинусоидални режими, с което чувствително се понижава надеждността на електроснабдителните системи в страната като цяло;

✓ показателите за надеждност на редица силови елементи и съоръжения в различни отрасли са влошени, като стойностите за интензивността на отказите $\lambda(t)$ и вероятността за безотказна работа $R(t)$ са съществено понижени в сравнение с препоръчаните от редица документи и изследвания.

Приложни:

- Предложени са схемотехнически решения за подобряване на надеждността на конкретни обекти (подстанция 110 kV и синхронни двигатели СН), с което се постига по-висока безаварийност и устойчивост в експлоатацията на съоръженията.

Трябва да се отбележи, че въз основа на критичен анализ на съществуващите методики за оценка на надеждността в електроснабдяването и проведен задълбочен изследователски процес е предложен цялостен нов подход, който заедно с разработените модели, верифицирани чрез резултати от експериментални

изследвания, могат да се използват като база за рационализиране на структурата и схемната реализация на електроснабдителни системи с цел повишаване на надеждността. Систематизираните в табличен вид параметри на съоръжения и компоненти и основни надеждностни показатели създават възможност за бързо и точно определяне на структурата при проектиране, изграждане и модернизация, спомагат за избора на елементи. Препоръчан и обоснован е и адекватен метод за определяне на загубите на промишлените обекти от прекъсване на електро-снабдяването.

5. Публикации по дисертационния труд

По дисертационния труд са представени четири публикации – доклади на Международна научна конференция „Унитех 2021“ (ТУ- Габрово) и на „Енергиен форум“ (2022 г.). Една от тях е самостоятелна, останалите са в съавторство (трима автори).

Съгласно *Правила и процедури за приемане и обучение на докторанти и придобиване на ОНС „Доктор“ и НС „Доктор на науките“* в МГУ „Св. Ив. Рилски“, за присъждане на ОНС „доктор“ е необходимо (освен представяне на дисертационен труд – Показател А - 50 т.) покриване на изисквания за Публикационна дейност минимум 30 т.

От представените научни публикации може да се определи броят точки за удовлетворяване на Минималните национални изисквания: Показател Г8 – Научни публикации в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни трудове: 4 бр. (1 самостоятелна, 3 в съавторство, докторантът е трети автор) – общо 40 т., което изпълнява изискванията.

Публикациите отразяват основни резултати от изследванията в дисертацията и може да се счита, че е постигната необходимата публичност пред инженерната общност. Докторантът не е представил данни за цитирания на публикациите.

6. Авторство на получените резултати

Предвид представените научни изследвания, съчетаващи теоретичен анализ и работа със специализирана измервателна апаратура и софтуер, считам, че дисертационният труд е разработен в значителна степен от докторанта, под ръководството на научния ръководител. Богатият му професионален опит, свързан с проектиране и изграждане на електроинсталации, е помогнал за разработването на дисертационния труд и ориентирането му към актуална и перспективна област на развитие. Работата му като асистент към катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане“ – преподавател по Енергийна ефективност, Осветителна и инсталационна техника и др., е допринесла за задълбочаване на теоретичните му знания в сферата на научната специалност. Получените резултати са представени по убедителен начин, с ясно формулирани заключения, изводи и препоръки.

Според мен маг. инж. Веселин Тодоров е изграден инженер-специалист, доказва способности за провеждане на самостоятелни научни изследвания и да представя по убедителен начин получените резултати.

7. Автореферат и авторска справка

Авторефератът е структуриран в общ обем от 56 стр., формат А4.

Изложението представлява достатъчна по обем извадка от дисертационния труд.

Отразена е основната част от изследванията, както и постигнатите резултати, обобщени са изводи, включени са приносите и публикациите, свързани с дисертацията.

Считам, че Авторефератът удовлетворява изискванията, но не е представена анотация на английски език.

8. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

Представеният дисертационен труд е разработен в добър стил и нямам съществени забележки. Не е установено плагиатство при направената проверка.

Имам някои *препоръки и забележки от технически характер*:

- ✓ Липсва увод (като такъв може да се разглежда раздел 1.1).
- ✓ Не е включен списък на използваните съкращения.
- ✓ Желателно е задачите да бъдат кратко, точно и ясно формулирани, а към всеки от приносите да се отбележи съответният раздел, в който са разгледани и доказани.
- ✓ В текста са цитирани само половината от използваните литературни източници (№№ 1, 4, 5, 8 - 11, 17 - 19, 21, 25, 26, 28, 29, 32, 34 - 36, 38 - 40, 43, 47 - 56, 58 - 60, 63, 65, 66, 69, 71, 72, 75, 80, 86, 87, 90, 92 - 97, 99, 100, 108).
- ✓ Не е посочена година на издаване на източници № 28 и 64.
- ✓ При описанието на авторските публикации, свързани с дисертационния труд, е редно да се приложи пълна библиографска справка (№ на страниците на публикацията, линк за достъп в електронен вариант), както и корица и съдържание на изданието.
- ✓ Желателно е форматиране на дисертационния труд и автореферата с цел намаляване на незапълнените страници (празни места), предимно преди таблици и фигури.
- ✓ Забелязват се неправилно членуване, използване на различни шрифтове и отстъп за нов ред, редица пунктуационни и правописни грешки (вкл. и в заглавната страница).
- ✓ Необходимо е докторантът да представи декларация за оригиналност и анотация на английски език към автореферата.
- ✓ Да се попълни таблицата за удовлетворяване на минималните национални изисквания по групи показатели (А и Г за област 5. Технически науки).

9. Лични впечатления за докторанта

Не познавам лично маг. инж. Веселин Тодоров. Придобих много добри впечатления за него по време на представянето му на предварителното обсъждане на дисертационния труд пред Разширен катедрен съвет, както и при съвместното ни участие в научни конференции.

Докторантът демонстрира високо ниво на научноизследователска и развойна дейност и има способностите да продължава да работи активно за използване и приложение на разработените модели и методики в различни промишлени обекти с цел подобряване на надеждностните показатели.

10. Заключение

Отправените препоръки и забележки не омаловажават стойността на разработката. Те могат да бъдат лесно отстранени поне в електронния вариант на дисертационната работа, депозиран в НАЦИД.

Докторантът притежава задълбочени теоретични знания по тематиката, както и способности за провеждане на самостоятелни научни изследвания и практическо внедряване на постигнатите резултати.

Считам, че дисертацията е актуална, предложените методики могат да намерят широко приложение в различни отрасли на промишлеността и електроенергетиката.

Представеният дисертационен труд като обем и значимост на изследванията представлява една задълбочена и завършена изследователска разработка, съдържа достатъчно научноприложни и приложни приноси. Удовлетворени са изискванията на *Закона за развитие на академичния състав в Република България* и на *Правилника за неговото прилагане*, както и на *Правила и процедури за приемане и обучение на докторанти и придобиване на ОНС „Доктор” и НС „Доктор на науките“* в МГУ „Св. Иван Рилски”.

Постигнатите резултати ми дават основание да **предложа** на научното жури да присъди образователната и научна степен „ДОКТОР”

на маг. инж. **Веселин Василев Тодоров**

в област на висше образование - 5. Технически науки,

професионално направление - 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, докторска програма „Електроснабдяване и електрообзавеждане”.

02.01.2023 г.

Рецензент:

/ проф. д-р инж. Васил Димитров /