

ИПФ45 -НС1 -054 / 10.01.2019г.

## РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор”

Автор на дисертационния труд: маг.инж. **Константин Венедиктов Райков**

Тема на дисертационния труд: **“ СМУЩАВАЩИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ФУНКЦИОНИРАНЕТО НА УСТРОЙСТВОТА ЗА РЕЛЕЙНА ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ”**

Рецензент: Доц. д-р инж. **Веселин Йорданов Чобанов**

### 1. Общи сведения

Докторантът маг.инж. Константин Райков е роден през 1974 година в гр.Пловдив. Завършил е Природо-математическата гимназия в гр.Сливен. През 2001 г. е завършил в Технически университет - София, ИПФ-Сливен, специалност „Електротехника“, специализация „Електроенергетика“ ОКС „магистър“. Работи като асистент във Факултет и Колеж – Сливен на Технически университет - София в продължение на 5 години. В момента работи в „Ехнатон България“, АД, София. От 2013 г. до 2017 г. е задочен докторант в катедра „Електротехника, автоматика и информационни технологии“. Член е на Съюза на учените в България от 2005 г. Автор е на над 20 публикации в областта на електроенергетиката.

Предоставеният дисертационен труд е разработен в катедра „Електротехника, автоматика и информационни технологии“ под научното ръководство на проф. д-р инж. Неделчо Ангелов Неделчев и проф. д-р Стефка Иванова Неделчева.

Дисертацията е с обем 132 страници, структурирана в пет глави, приложения и списък на ползваните литературни източници.

### 2. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем

Темата на дисертацията е по актуален проблем, отнасящ се до експлоатацията на релейните защиты при наличие на смущаващи въздействия. Смущенията възникват непрекъснато по време на експлоатация на електроенергийната система. Устройствата за релейна защита и автоматизация трябва да разграничават смущенията от аварийните режимни параметри на системата. Правилната настройка на защитите с отчитане на смущаващите въздействия ще доведе до намаляване на излишните зареждания на релейните защиты. Това подчертава актуалността на изследваната тема.

### **3. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал**

Докторантът познава състоянието на изследвания проблем. Той анализира смущаващите въздействия при работата на генериращите източници за производство на електрическа енергия, смущенията при функционирането на устройствата за релейната защита и системната автоматика. Представят се основните параметри на смущенията и съвременните автоматизирани системи за мониторинг и запис за предаване на данни.

В дисертацията са разгледани и обобщени достатъчен брой литературни източници, което показва добра осведоменост на автора по изследвания проблем. Въз основа на направената оценка на съвременното състояние на смущаващите въздействия върху функционирането на релейните защиты са формулирани целта, проблемите и задачите за изследване.

### **4. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд**

Задачите в дисертационния труд са решени с подходящо избран подход, с прилагане на компютърно моделиране и разработка на специализиран софтуер към компютърната система на катедра „Електротехника, електроника и информационни технологии“ в ИПФ-Сливен, а също моделиране в програмната среда MATLAB-SIMULINK.

### **5. Кратка аналитична характеристика на дисертационния труд**

В дисертацията се създава методика и софтуер за електрически изчисления, симулиране на аварийните режимите и смущенията при работата на устройствата за релейна защита и автоматика (РЗА). Методиката е полезна за изчисляване на настройките на устройствата за РЗА в разпределителните мрежи с отчитане на възникващите смущения.

Избира се критерий за оценка на ефективността на функционирането на релейните защиты и се представя методика за определяне на показателите на експлоатационната им надеждност. Анализират се най-честите причини за възникване на смущения в електроенергийната система и излишни изключвания на устройства за защита и автоматика във вятърни централи и малки водни електрически централи.

Статистическите данни обхващат наблюдения за изключванията на защитите на вятърни централи, изградени на 3 обекта в района на гр. Сливен и Ямбол и на малки водни централи за 3 обекта в района на гр. Смолян за периода 2014-2017 година. Установява се, че най-честата причина за смущения, водещи до излишни изключвания на защитите във вятърните и малките водни централи, са превишенията на напреженията над настроената стойност за заработване на устройствата за защита. Теоретично се определя очакваният



брой превишения на напрежението спрямо диапазона на настройка на напрежената защита може да се отчита при настройките, което е предпоставка за търсене на компромис между възможността за «загрубяване» на защитата и евентуалните последиците от това.

Изследва се поведението на устройствата за РЗА в разпределителни мрежи с малък ток на земно съединение при попадения на мълния върху или в близост до въздушните електропроводи. Дава се отговор на въпроси относно възможността за избягване на излишни изключения на защитата от попадения на мълнии при подходяща пренастройка на защитите и необходима ли е импулсна защита в разпределителните мрежи. Получените резултати са много полезни за практиката.

Разработен е компютърен модел на постоянен ток електромагнит в модула SIMULINK към програмния продукт MATLAB. С модела се изследват динамичните характеристики на електромагнита. Идеята е правилно оразмеряване на електромагнит, който е изпълнителен орган към защитата от пренапрежения във вятърни централи, където е възможно рязко повишаване на скоростта на въртене на ветрогенератора в недопустим режим.

#### **6. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд**

Приносите на дисертационния труд са предимно научно-приложни и приложни. Предлага се нов подход към изследвания проблем, разработени са нови методики и нови алгоритми. Най-важните приноси са:

- Направен е избор на електрическите параметри, с които се оценяват смущенията при работата на устройствата за РЗА: минимално и максимално ниво, съответно на тока и на напрежението; ниво на несъответствие на сигнала и основния хармоник във веригата, съответно на напрежението и на тока. С тези параметри се идентифицират събитията: неизправност във вторичните измерителни вериги; къси съединения; прекъсване на фаза в първична или вторична верига; наличие на пренапрежения; смущения на честотата в измерителните вериги; наличие на хармоници в мрежата.
- Разработена е методика за изчисляване на режимните параметри при надлъжни и напречни несиметрии в електрическите мрежи, с които се изчисляват настройките на релейните защиты, като се отчитат възможните възникващи смущения. По методиката е съставен софтуер, който е полезен за експлоатацията на устройствата за РЗА.
- Създадена е методика за анализ на най-често използваните у нас защиты в електрическите мрежи за средно напрежение с малък ток на земно съединение. С прилагането на методиката се получават резултати, полезни както за проектирането, така и за експлоатацията на устройствата за релейна защита.

- Разработен е модел в програмната среда MATLAB-SIMULINK за определяне на динамичните характеристики на електромагнит за постоянно напрежение. Правилното оразмеряване на електромагнита с отчитане на особеностите на ветрогенераторите и основно изискване за бързодействие води до намаляване на излишните зареждания на защитата.

#### **7. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите**

Представеният дисертационен труд и постигнатите резултати са лично дело на докторанта под научното ръководство на научните ръководители.

#### **8. Преценка на публикациите по дисертационния труд**

Резултатите от дисертационния труд са представени в 11 публикации, 2 от които са самостоятелни.

В публикациите на докторанта са обобщени най-съществените разработени методики, софтуерни продукти и получени резултати от проведените изследвания.

В публикациите с описание на създадените софтуерни продукти много ясно се представя надграждането на съществуващата компютърна система с нови програмни модули, разработени от докторанта, за провеждане на изчисления по темата на дисертацията.

#### **9. Използване на резултатите от дисертационния труд**

Резултатите, получени след провеждане на изчисления по създадените методики и програмни продукти, са полезни за практиката на настройката и експлоатацията на релейните защиты.

Най-важните резултати са следните:

- Посочната защита за мощност с нулева последователност не е приложима за недокомпенсация на капацитивния ток.
- Преходното съпротивление в мястото на еднофазно земно съединение влияе върху големината на хармониците, поради което защитата, която реагира на висшите хармоници в тока с нулева последователност, се използва като резервна и действаща на сигнал.
- Вълнова защита не трябва да се прилага на въздушни електропроводи, чието трасе преминава през райони с мълниеносна дейност. Тази защита може да се използва при кабелните линии.
- Защитата, която действа на началния знак на мощността с нулева последователност, понякога зарежда неправилно при еднофазни земни съединения в схемите на сборни шини за средно напрежение, към които са включени само две линии. Изборът на параметрите за зареждане на измервателните органи на защитата трябва да се извършва по критерия за ограничаване на излишните изключвания при външни еднофазни земни съединения.
- Най-честата причина за излишни изключвания на устройствата за РЗА във външните централи и малките водни централи поради



смущения се дължат на превишения на напреженията над настроените стойности.

**10. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд**

Авторефератът съответства на дисертационния труд, точно отразява претенциите за приноси на докторанта и може да бъде отпечатван.

**11. Мнения, препоръки и бележки**

Познавам лично докторанта. Той е с отлична теоретична подготовка и с подчертани интереси в областта на релейната защита и автоматизацията. Отговорно подхожда към всяка задача, което проличава и от представената дисертация.

Забележки:

При описание на блок BLOCK-C на фиг.2.3 не са описани допълнителните входни данни, необходими за провеждане на изчисленията с новосъздадените модули VIL1 и VIL2.

В изводите към пета глава докторантът е записал: „Предлаганият *метод*, използващ програмната среда SIMULINK, позволява ... определяне на динамичните механични и магнитни характеристики на електромагнит за постоянно напрежение“, а всъщност това е „*модел*“.

**12. Заключение**

Представен е дисертационен труд с ясно формулирана цел, конкретно набелязани и решени задачи. Постигнати са научно-приложни и приложни приноси, а също резултати с практическа полза за експлоатацията на устройствата за релейна защита и автоматика, с което изискванията на Закона за развитие на академичния състав и правилника за неговото приложение са изпълнени.

Предлагам да бъде присъдена образователната и научната степен “доктор” на маг.инж. Константин Венедиктов Райков по научната специалност “Електрически мрежи и системи” в професионалното направление 5.2. “Електротехника, електроника и автоматика”.

10.01.2019 г.

Рецензент:

Доц. д-р Веселин Чобанов