

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на научна степен „доктор”

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Георги Христов Георгиев**

Тема на дисертационния труд: **„Ефективно управление на напрежението в електрическите мрежи”**

член на журито: **проф. д-р инж. Валери Марков Младенов**

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение

Управлението на напрежението в електроенергийните системи е свързано както със загубите на мощност и енергия и оттам с ефективността на работа на потребителите. Важен фактор за управление на нивото на напрежение при потребителите е централизираното управление в разпределителните мрежи, осъществявано чрез автоматични регулатори на напрежение (АРН), въздействащи на стъпални превключватели на коефициента на трансформация на регулируеми под товар трансформатори (РПТ). Промените на потребяваната мощност в дадена разпределителна мрежа и на напрежението на захранващата система предизвикват промени в нивата на напрежение в мрежата, което изисква адекватна реакция на АРН. Поради високата цена на ремонт при износването на комутационната система е налице ограничение за средната честота на комутации на стъпалата на регулационните намотки на РПТ. Наличието на тези фактори и ограничения правят проблема за икономически ефективно управление на напрежението в електрическите мрежи сложна оптимизационна задача. Този проблем е актуален т.к. постоянно се търсят по-добри решения, които предлагат по-добър икономически ефект.

2. Степен на познаване на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

В процеса на формулиране на целите на научните изследвания, в първа глава на дисертационния труд авторът е представил обстойно в 60 научни публикации (32 на кирилица и 28 на латиница) текущото състояние и проблемите свързани със съвременното състояние на тенденциите за развитие на ефективното управление на напрежението в електрическите мрежи. Направен е обзор на литературните източници свързани с горните проблеми и са формулирани някои изводи, свързани с целта и задачите на дисертационната работа. Това показва добро познаване на състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цели и задачите на дисертационния труд

Методиката за изследване в дисертацията е свързана с предложените методи и алгоритми за разработването, на които са използвани редове на Фурие, теория на вероятностите и математическа статистика (основни закони и

теорема, Теорема на Бейс, случайни процеси), непараметрични статистически методи; методи за клъстеризация на данни, размита логика, теория на решенията, принципи за вземане на решения в условия на риск. Тестването на алгоритмите е проведено чрез компютърни симулации.

Избраната методика съответства на поставената цел и задачи на дисертацията. Коректното и използване е свързано с постигането на целта и решаването на поставените задачи на дисертационния труд.

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

Предмет на дисертацията е автоматата за регулиране на напрежението (АРН), който е основно средство за динамично управление на нивото на напрежение в разпределителните мрежи и управлява промените на коефициента на трансформация под товар на силов трансформатор, захранващ мрежа средно напрежение. Основните проблеми на съществуващата практика са свързани с информационната база за вземане на решение за текуща комутация, използваща комбинацията прагов елемент-блок за времезакъснение. Отчетено е че тази информационна база е за да се отговори пълноценно на целия комплекс от проблеми свързани с решението за комутация: изпълнение на нормативни изисквания, постигане на икономически ефективно управление на нивото на напрежение в рамките на нормативите изисквания и икономия на комутационен ресурс. В тази връзка основната цел на дисертацията е създаване на нов тип АРН, в който информационната база се осигурява от алгоритъм за прогнозиране и алгоритъм за вземане на решения осигуряващ икономически ефективно управление на отклоненията на напрежението при стремеж за поддържане вероятност за подаване на „некачествено” напрежение, по-малка от нормирана или друга желана от оператора на мрежата стойност.

В първа глава се прави литературен обзор като се коментира оценката на качеството на напрежението от гледна точка на икономически ефект, принципите на регулиране на напрежението, принципите на изграждане на автоматични регулатори на напрежение, проблемите на съществуващите принципи за изграждане на АРН и насоките за подобрене. В резултат на разглеждането са формулирани три извода свързани с важността на проблема, оценка на текущото техническо ниво и възможностите за неговото развитие. Отбелязано е, че съществуващата информационната база на регулаторите от класически тип не кореспондира пряко с изискването за осигуряване от оператора на мрежата на вероятност за подаване на „некачествено” напрежение, по-малка от нормативно посочена стойност, или с идеята за управление насочено към икономическа ефективност чрез минимизиране на средната стойност на квадратите на отклоненията на напрежението. Подчертана е необходимостта от разработка на нов тип АРН, с информационна база формирана от прогнози, обхващащи желаното минимално средно време между комутациите и критерии за вземане на решение за комутация пряко обвързани с нормативните изисквания за качество на напрежение, критерий за икономическа ефективност, стремеж за минимизиране на броя на комутациите. Обобщените изводи от литературния обзор са основа за конкретизиране на

целта на дисертацията. За постигане на тази цел в работата се поставят за решаване съответни задачи:

Втора глава е посветена на алгоритъма за оперативно прогнозиране. Разгледани са основните изисквания към алгоритъма за прогнозиране предназначен за автоматично централизирано управление на напрежението. Разгледани са и някои известни алгоритми и проблемите при тях. В резултат е предложен алгоритъм за оперативно прогнозиране синтезиран съгласно принципите за универсалност, адаптивност, минимална цена за придобиване и експлоатация, робастност по отношения на смущения в потока от входни данни. Разработеният алгоритъм е едновременно структурно и параметрично адаптивен и не е обвързан със стъпката на дискретизация или с прогнозираната величина, което го прави удачен за прогнозиране и на трите величини напрежение, ток и фазова разлика. Разработен е и софтуер за реализация на алгоритъма. Той е тестван с реални данни. Планираните експерименти с изкуствено създадени поредици не показват наличие на значими проблеми в работата на алгоритъма при възникване на съществени смущения или при неочаквана поява на нов тип график, липсващ в наличната база данни. В изводите е отбелязано, че алгоритъмът може да бъде внедряван в автоматични системи за управление с универсално приложение.

В трета глава е разгледан алгоритъм на APN с прогнозиране за ефективно централизирано управление на отклоненията на напрежението в мрежи средно напрежение. Наличието на прогнози дава възможност за отчитане на ефекта от избор на дадена алтернатива не само за текущия момент, както при регулаторите от класически тип, а и за интервал в бъдещето. Това дава възможност, задачата за управление на напрежението чрез избор между тези алтернативи, да се дефинира като оптимизационна задача. В качеството на целева функция е заложено минимизирането на средната стойност на квадратите на отклоненията спрямо номиналната стойност, при минимизиране на броя на комутациите. Като ограничителни условия се използват изискванията за качество на напрежението. Предложеният алгоритъм е приложим и за мрежи, в които се налага динамична промяна на законите на управление. Към адаптивните свойства на вградения алгоритъм за прогнозиране разгледан в Глава II, е добавено още едно ниво на адаптивност. Чрез текущо определяна стойност на параметъра „хоризонт на решенията” е осъществена адаптация на процеса на вземане на решения към текущата несигурност на моделите за прогнозиране. Алгоритъмът е самостоятелно приложим за вземане на решение за избор на команда за комутация при наличие на ограничение за честотата на подаване на команди. Предпоставките за приложение на разработения алгоритъм са: наличие на критерий(критерии) за оценка на ползите и вредите от избора на всяка алтернатива за комутация и наличие на серия от прогнози за стойностите на всички участващи в критерия за оценка на алтернативите за комутация случайни фактори, като всяка от прогнозите е придружена с оценка на нейният доверителен интервал.

Последната четвърта глава от дисертацията е посветена на тестването на разработения алгоритъм за адаптивно автоматично регулиране на напрежението в мрежи средно напрежение. За основни цели на тестванията са избрани: изследване на качеството на управление, изследване на влиянието на параметъра на „баланс на решенията” върху работата на регулатора и сравнителен анализ за работата на разработения алгоритъм на адаптивен регулатор с прогнозиране и на „класически” тип регулатор, реагиращ само на

текущите стойности на измерванията. Определени са показатели за оценката за работата на предложения алгоритъм на регулатор с прогнозиране и сравнението му спрямо класическите типове регулатори. Избраните за наблюдение показатели са: „качеството на поддържане на напрежението”, „цена на управлението”, „неадекватност на решенията”. За тестване са използвани записи за ток, активни и реактивни мощности свързани със силовите трансформатори в подстанции, захранващи разпределителни мрежи с различен характер на преобладаващият товар, като и записи за напрежението на шини 110kV на тези подстанции. По данните от измерванията за мощностите е определена фазовата разлика между тока и напрежението. Взети са извадки от три мрежи с различни характеристики по преобладаващия дял в общото потребление вид товар. Въз основа на резултатите от тестовете е отчетено, че предложеният нов тип адаптивен регулатор с прогнозиране реализира по-високо качество на управление на отклоненията на напрежение спрямо регулаторите от класически тип, без да се нарушава зададена от оператора на мрежата вероятност за подаване на „некачествено” напрежение. Регулатора е устойчив на смущения в потока от входни данни. Параметъра на баланса на решенията дава възможност да се управлява ефективно баланса между качеството на напрежението и броя комутации.

5. Научните или научно-приложните приноси на дисертационния труд

Най-общо приносите в работата може да бъдат обобщени като създаване на нова концепция за изграждане на АРН, включваща алгоритъм за оперативно прогнозиране и принципи за създаване на универсален, структурно и параметрично алгоритъм за оперативно прогнозиране, пригоден за вграждане в системи за автоматично управление. В резултат на използване на алгоритмите се постига по-високо качество на управление на отклоненията на напрежение спрямо регулаторите от класически тип. Най-общо приемам представените от автора приносите в дисертационния труд и ги класифицирам като научни, научно приложни и приложни.

Научни приноси са новата концепция за изграждане на АРН, включваща алгоритъм за оперативно прогнозиране и предложеният подход за създаване на универсален параметрично адаптивен алгоритъм за оперативно прогнозиране, пригоден за вграждане в системи за автоматично управление.

Научно-приложните приноси са предложеният метод за моделиране на товарови графици чрез редове на Фурие, алгоритъмът за оперативно прогнозиране, предназначен за вграждане в автоматична система за прогнозиране и алгоритъмът за АРН, обединяващ алгоритъм за прогнозиране с алгоритъм за вземане на решение за промяна на коефициента на трансформация на РПТ.

Приложните приноси са свързани с получените резултати за предложения алгоритъм за оперативно прогнозиране да удовлетворява поставените основни изисквания за практическа приложимост и получените резултати за практическата приложимост на предложения адаптивен алгоритъм за АРН с прогнозиране, да реализира желаното икономически ефективно управление на отклоненията на напрежение, при спазване на нормативните изисквания.

6. Оценка на степента на лично участие на дисертанта в приносите

За степента на лично участие на докторанта може да се съди от неговите публикации и от представянето на решенията в дисертационния труд задачи. Три от публикациите по дисертацията са самостоятелни а останалите са в съавторство, като във всички публикации той е първи автор.

Това ми дава основание да считам, че докторантът е детайлно запознат със същността на дискутираните в дисертацията проблеми и личното му участие в приносите свързани с дисертацията е несъмнено.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани

Общият брой на публикациите по дисертацията е 6. Една е в списание (списание „Енергетика“), една е на конференция "Електроенергетика'2006 на ТУ-Варна, две са в годишника на ТУ-Варна (съответно 2007 г. и 2009 г.) и една е на международен научен симпозиум "Electrical Power Engineering 2014 към ТУ Варна. Въз основа на това считам, че посочените в дисертационния труд резултати са достояние на широк кръг от научно-техническата общественост, работеща в дискутираната в дисертационния труд област.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика

Няма приложени документи за внедряване на приносите от дисертационния труд. Прилагането на алгоритъма за оперативно прогнозиране и алгоритъм на АРН с прогнозиране за ефективно централизирано управление на отклоненията на напрежението, ще е добра основа за обосноваване на необходимостта за икономически по-ефективно управление на напрежението в електроенергийните системи.

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

Като се отчете важноста на разглежданите проблеми за индустрията както и представянето им на научни форуми в страната, считам че приносите в дисертацията могат да бъдат използвани в следващи изследвания и разработки свързани с ефективно управление на напрежението в електроенергийните системи. Предложените алгоритми за оперативно прогнозиране и за АРН с прогнозиране за ефективно централизирано управление на отклоненията на напрежението може да бъде използвани в инженерната практика, както и в учебния процес.

10. Оценка на автореферата на дисертационната работа

Авторефератът на дисертацията отговаря на изискванията. Той представя и отразява точно и основните положения, резултатите и приносите на дисертационния труд.

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

- Обикновено в първа глава се прави критичен анализ на методиките за решаване на проблема и в резултат на това се формулира целта на дисертацията и задачите за постигането и. В случая целта и задачите са формулирана както в увода, така и в края на първа глава, като има разлика в броя на задачите за изпълнение. В края на увода са формулирани пет задачи, а в края на първа глава са формулирани четири задачи. В увода е добавена задачата за „Разработка на методика за тестване на алгоритъм за прогнозиране, от каквато има необходимост съгласно изложените в Глава II обзор на публикациите в областта на прогнозирането и анализ”.
- В първата задача за изпълнение на целта на дисертационната работа се твърди „Тъй като не беше открит подходящ алгоритъм за прогнозиране, е разработен такъв, като анализа на въпроса и резултатите от разработката са изложени в Глава II.” Това не е коректно т.к. задачите за изпълнение се формулират на база на изводи от литературния обзор. По-удачно би било в обзора да се посочи, че не е открит подходящ алгоритъм за прогнозиране и задачата да бъде формулирана като разработване на алгоритъм за прогнозиране.
- Критичният анализ на текущото състояние при изграждане на автоматични регулатори на напрежение са дадени само в един параграф 1.4 и донякъде в параграф 1.3 на първа глава. За формулиране на проблемите а оттам и целта и задачите на дисертацията би трябвало да се направи по-обширен литературен преглед. В тази връзка би било удачно да се увеличи и броят на представените литературни източници, които са 60.
- Основната цел на дисертацията и задачите, които следва да се решат за реализация на тази цел не са написани в автореферата.
- Приносите би трябвало да бъдат дадени по-общо. Научните приноси могат да бъдат обобщени в един или два. Хубаво е да е ясно, изпълнението на коя задача от дисертацията, с кой принос или приноси е свързана.
- Не е коректно наименованието „Изпитания на разработения алгоритъм ...”. По-удачно би били да се използва „Тестване на разработения алгоритъм ...”
- Вместо „Създаден е метод за моделиране на товарови графици ...” по-удачно би било „Разработен е метод за моделиране на товарови графици ...” или „Предложен е метод за моделиране на товарови графици ...”. Същото важи и за „Създаден е алгоритъм за оперативно ...” и „Създаден е алгоритъм за АРН”.
- Фигура У.1 е взета директно от литературен източник. Би трябвало да бъде начертана независимо.
- В работата има някои неточности, повторения, неправилен български и др.

12. Други въпроси, по които рецензентът счита, че следва да вземе отношение

Не познавам лично кандидата. През месец януари на 2016 г. получих предварителен ръкопис на дисертацията за предварително мнение. Почти всички от забележките от мнението ми за предварителния ръкопис са отразени в окончателния вариант на ръкописа. Дисертацията е написана по-подредено и предварителният ръкопис е редактиран стилово.

13. Заключение с ясно становище да се даде или не научна степен

По начина на разработване, структура и обем, по съдържание и постигнати резултати, представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в ТУ-Варна, което е основание да предложи на научното жури да присъди на маг. инж. Георги Христов Георгиев научната степен **“доктор”**.

Дата: 14.06.2016
гр. София

Член на журито:
/ проф. д-р В. Младенов /