

# РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на научна степен „доктор”

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Станислав Росенов Йорданов**

Тема на дисертационния труд: **„Приложение на интелигентни измервателни системи при управление на електрически разпределителни 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**

Сложността на структурата на (Електроенергийната система) ЕЕС води до сложност в режимите на работа и начините на управление на системата. Това от своя страна води до внедряването на сложни автоматизирани системи за управление на работа на ЕЕС. Същевременно увеличаването на дела на производството на електроенергия от възобновяеми източници (ВИ) поставя огромно предизвикателство пред операторите, автоматизираните системи и начините за управление на ЕЕС. Производството, преносът и консумирането на големи енергийни потоци без наличие на „складова” база за тяхното натрупване и съхранение различават съществено ЕЕС от другите системи. Нейното управление значително се усложнява и от въздействието на околната среда и потребителите върху нея. Всичко това определя актуалността в научно и научно-приложно отношение на проблемите свързани с управлението на ЕЕС.

## **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 представила обстойно в 186 научни публикации (32 на кирилица и 154 на латиница) текущото състояние и проблемите свързани със съвременното състояние на тенденциите за развитие на управлението на електрическите разпределителни 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 предложеният математически модел на пазара на балансираща енергия с използването на интелигентна измервателна система (ИИС). За определяна на ползата от ИИС е разработен модел на оптимизационна задача с линейна целева функция и комбинирани ограничения от равенства и неравенства. Същевременно за решаване на оптимизационната задача са използвани и съвременни среди за симулация и моделиране като програмната система MATLAB.

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**

В дисертацията е изложена концепция за внедряване на интелигентна измервателна система, като градивна част на интелигентната мрежа. Разгледани са финансово измеримите и неизмеримите ползи от внедряването. За остойностяване на финансово измеримите ползи е разработен модел, който включва алгоритъм за оценка на ефекта от управлението на мощности, присъединени към електроразпределителната мрежа във финансов и енергиен аспект. Ръкописът съдържа 187 страници и е оформен в пет глави, увод, заключение, списък на използвана литература и приложения. Отделно са изведени и приносите в дисертационния труд.

В първа глава се прави литературен обзор като се коментира съвременното състояние на управлението на електрическите разпределителните мрежи, тенденциите на развитие на мрежите и възникващите в тази връзка особености на управлението, мястото на интелигентните измервателни системи в управлението на мрежите. Разгледани са целите и задачите при управление на електроенергийната система (ЕЕС), либерализирания пазар на електрическа енергия в Р България, особеностите на управление на съвременните електрически разпределителни мрежи, системите за тяхното управление и интелигентните измервателни системи, като елемент на бъдещите интелигентни електрически мрежи.

Обобщените изводи от литературния обзор са основа за конкретизиране на целта на дисертацията, а именно да се анализира възможността и проблемите за изграждане на интелигентни измервателни системи в условията на нашите електрически разпределителни мрежи и да се оценят техническите и икономическите ползи от тях. За постигане на тази цел в дисертацията се поставят за решаване съответни задачи:

Във втора глава е разгледана концепция за управление на електрическите разпределителни мрежи с използване на ИИС. Някои важни въпроси свързани с по-ефективно управление на енергията от възобновяемите източници (ВИ), на които трябва да се обърне внимание са свързани с кой е най-оптималният технико-икономически вариант за използване на електроенергията, произведена от тях. Един от възможните варианти е самостоятелното или локално потребление на тази електроенергия. За постигането на това, без това да създаде неудобство за потребителя на електроенергия, е необходимо да се въведе автоматизирана система, която да управлява потреблението съобразно производството на електроенергия или други нужди на оператора на ЕЕС. Разгледаната концепцията се основава на интелигентното използване на електрическата енергия с цел намаляване на обмена с и преноса през електроразпределителната и електропреносната мрежи или предоставяне на други системни услуги. Изградената инфраструктура, предоставяща възможност за управление на товари в мрежа ниско напрежение, също така осигурява възможност за плавно регулиране на

електрическите товари от системите за управление на електроенергийната система.

В трета глава е разгледана реализация на концепцията за управление на електроразпределителната мрежа с включена интелигентна измервателна система. В основата на концепцията за управление на електроразпределителната мрежа (ЕРМ) с участието на ИИС е заложено управлението на потребители, производители и хранилища на електроенергия, присъединени към електроразпределителната мрежа. Целта е ИИС да въведе относително нов модел на взаимодействие между всички присъединени към ЕЕС, както и на тези, които я управляват, който да ги стимулира да интегрират интелигентно действията си. Същевременно са разгледани и техническите аспекти, както и внедряването и обслужването на ИИС. В изводите е отчетено, че успешното внедряване и използване функциите на ИИС изисква определена регулаторна рамка. Част от функциите на системата засягат крайните битови потребители на електрическа енергия и тяхното внедряване ще доведе до определени промени в характера и навигите на потребление. В технически аспект, поради сложността си, системата ще доведе до промени в работата на оператора на електроразпределителната мрежа. Поради това за успешното внедряване на ИИС следва да бъдат отчитани съвместно регулаторните, социалните и техническите аспекти.

В четвърта глава са предложени математически модели за оценка ефектите от внедряването на интелигентна измервателна система, като част от управлението на електрическа разпределителна мрежа. Предложени са оценки на ползите и в резултат е формулирана съответно целева функция и ограничения. Ползите от внедряването на ИИС се делят на финансово измерими и неизмерими. Финансово измеримите ползи са в следствие на намаляване на загубите за разпределение на електрическа енергия, намаляване на разходите за отчет и прекъсване, подобряване на събираемостта на вземанията и предоставяне на системни услуги, свързани с доставка на балансираща електро-енергия за целите на свободния пазар и с цел отлагане на инвестиции. Източници на балансираща електроенергия могат да бъдат управлявани от ИИС товари, електромобили или хранилища на електроенергия. По този начин е създаден математически модел на задача на линейното програмиране (минимизационна оптимизационна задача е с линейна целева функция и комбинирани ограничения от равенства и неравенства). За решаване на задачата е избран софтуерния пакет Matlab.

Последната пета глава от дисертацията е посветена на тестването на създадените модели за оценка на ефектите от внедряването на ИИС. Разгледани са общо 6 случая за определяне на рентабилността от внедряване на ИИС. Първите четири случая са за градски район с мащаба на гр. Варна и различни нива на нетехнически загуби на електроенергия. Четирите варианта имат за цел да послужат за изчисляване на възвращаемостта на инвестициите в следствие на предоставените системни услуги свързани с намаляването на разходите за небаланс и въз основа на оптимизацията на разходите по разпределение на електроенергия. Петият тестов случай описва относително малък населен район със смесено потребление и съизмерими загуби на електроенергията като тези на електроразпределителното дружество. Целта на разглежданият случай е да се направи оценка на възможността за избягване на инвестиции в разширение на капацитета на електроразпределителната мрежа чрез предоставяне на системни услуги. Шестият случай е характерен район с

агресивно население, висок процент на загуби и нисък процент на събираемост на вземанията. В изводите от изследванията в тази глава е подчертано, че с проведените тестващи изчисления с реални данни е доказана пригодността и ефективността на разработените математически модели. Решаването на съответната оптимизационна задача води до съществено намаляване разходите за небаланс. При наличие на управляеми товари, икономия се постига чрез изместване на консумацията в по-подходящ интервал с цел намаляване на разходите за небаланс т.е. енергийния небаланс за разглеждания интервал не се променя.

## **5. Научните или научно-приложните приноси на дисертационния труд**

Най-общо приносите в работата може да бъдат обобщени като създаване на модели на внедряването на интелигентна измервателна система, като част от управлението на електрическа разпределителна мрежа. В резултат на използване на моделите се постига съществено намаляване разходите за небаланс. Най-общо приемам представените от автора приносите в дисертационния труд и ги класифицирам като научни, научно приложни и приложни.

Научен принос е предложението математически модел на пазара на балансираща енергия, основана на използването на интелигентна измервателна система. Чрез този модел се постига опростяване на финансовите взаимоотношения между участниците на пазара и ефективно управление на производството на електрическа енергия от ВИ и баланса на потреблението.

Научно-приложните приноси са свързани със създаване на математически модели на управляеми товари, електромобили и хранилища на електроенергия, необходими за изследване на ползите от тяхното управление, свързани с предоставянето на балансиращи услуги и създаване на алгоритъм за оценка и обследване на финансовия и енергийния ефект от предоставянето на балансиращи услуги посредством управляеми товари, електромобили и хранилища на електроенергия.

Приложните приноси са свързани с разработената компютърна програма за оценка на ползите от внедряването на ИИС, включително на алгоритъма за оценка на ефекта от управлението на балансиращите мощности, присъединени към електрическите разпределителни мрежи, както и получените резултати от многовариантни изчисления с реални данни. Тези резултати са информативни, показват тенденции и могат да се използват за априорна оценка за рентабилността на иновациите в ИИС.

## **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. Една от публикациите по дисертацията е 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 5. Две са в списания (списание „Енергетика“ и списание „Ютилитис“), една е на уъркшоп организиран от Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport, Petten, Netherlands в Анталия, а останалите две са на конференции в страната. 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 създадените са математични модели на управляеми товари, електромобили и хранилища на електроенергия, както и алгоритъма за оценка и обследване на финансовия и енергийния ефект от предоставянето на балансиращи услуги от тях, ще е добра основа за обосноваване на необходимостта от използването на интелигентните измервателни системи в управлението на електрическите разпределителни мрежи, както и за ускоряване на внедряването им в нашата страна.

## **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 по използване на интелигентните измервателни системи в управлението на електрическите разпределителни мрежи. Предложените модели на управляеми товари, електромобили и хранилища на електроенергия 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**

- Няма ясно съответствие кои от приносите, с кои задачи за изпълняване на целта на дисертацията са свързани. Напр. от изложението не е ясно кои приноси съответстват на първите две задачи за постигане на целта на дисертационната работа: разработване на концепция за управление на електрическите разпределителни мрежи чрез ИИС, позволяваща ефективно да се управлява производството, потреблението и

хранилищата на електрическа енергия и изясняване на условията и проблемите за реализиране на концепцията за управление на електрическите разпределителни мрежи с включване на интелигентни измервателни системи.

- В работата не е описано добре в какво се състои „интелигентността“ на Интелигентна измервателна система (ИИС). В Глава 1 е описано, че „ИИС представлява съвкупност от средства за търговско измерване (електромери), контролни уреди и устройства монтирани по мрежи НН, концентратори на данни, съобщителна инфраструктура и софтуерно приложение”.
- В Глава 1 са дадени препоръки за изграждане на ИИС на територията на Европа, като част от тези препоръки са свързани в възможностите и спецификациите, които трябва да притежава една ИИС. Не е отчетено обаче дали се определят и отчитат параметри на качеството на електрическата енергия освен нивото на напрежението на електромерите.
- Не е коментирано как е отчетено и отчитано ли е качеството на електроенергията в предложените модели за управление на крайни потребители на електроенергия чрез ИИС.
- Не е коментирано как е отчетено и отчитано ли е качеството на електроенергията в алгоритъма за оценка и обследване на финансовия и енергийния ефект от предоставянето на балансиращи услуги.
- Хубаво би било новата структура на математическия модел на пазара на балансираща енергия да бъде съпоставен с математически модели предложени от други автори за пазара на балансираща енергия в други държави. Същевременно би било полезно да се коментира по-подробно аспектите на „интелигентността“ на интелигентната измервателна система (ИИС).
- Не е съвсем коректно твърдението на стр. 63 „Видно от представеното в раздел 1.1.3.3 и настоящия раздел, при наличие на подходящо оборудване, инфраструктура и свързаност, ИИС могат да управляват значителна част от потреблението на ниско напрежение, подпомагайки решаването на гореописаната задача”. ИИС не са управляващи системи.
- Не е ясно дали е отчитано оценката на качеството на електроенергията в разработената програма за оценка на ползите от внедряването на ИИС.
- На стр. 25 и стр. 95 се говори за качествено електрозахранване, като не е прецизирано какво се разбира под това, дали е само качество на електроенергията или в по-широк смисъл.
- На стр. 95 се говори за подобряване на качество на доставяната електроенергия, като качеството се свързва само с преминаване на напрежението над или под предварително зададена стойност, но качеството електроенергията включва и др. показатели, които не са дискутирани.
- В работата има някои неточности, повторения, неправилен български и др., които лесно могат да бъдат отстранени като напр.:
  - не е даден номера на публикация Li et al., коментирана на стр. 43.
  - качеството на някои фигури (напр. Фиг. 2.2, Фиг. 3.3) не е достатъчно добър.
  - и др.

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

Не познавам лично кандидата. През месец март на 2016 г. получих предварителен ръкопис на дисертацията за предварително мнение. Някои 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. Станислав Росенов Йорданов научната степен **“доктор”**.

Дата: 14.06.2016  
гр. София

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