

ЕФ-83-НС1-064 / 15.05.2026г.

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор“
по област на висше образование 5. „Технически науки“,
професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Дженгиз Йълмаз Ибрам
Тема на дисертационния труд: „Възобновяеми енергийни източници и управление на реактивна енергия“
Научна специалност: „Електроснабдяване и електрообзавеждане на промишлеността“
Рецензент: доц. д-р инж. Борислав Богданов Бойчев

Настоящата рецензия е изготвена въз основа на представения дисертационен труд на маг. инж. Дженгиз Йълмаз Ибрам на тема „Възобновяеми енергийни източници и управление на реактивна енергия“, разработен в Технически университет – София, Електротехнически факултет, катедра „Електроснабдяване, електрообзавеждане и електротранспорт“, с научен ръководител проф. д-р инж. Вълчан Тодоров Георгиев. Дисертационният труд е представен за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование 5. „Технически науки“, професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“, научна специалност „Електроснабдяване и електрообзавеждане на промишлеността“.

Разработката е насочена към съществен за съвременната електроенергетика проблем – управлението на реактивната мощност и реактивната енергия при нарастващо участие на възобновяеми енергийни източници, силова електроника и нелинейни товари. Особен интерес представлява разглеждането на фотоволтаичните инвертори не само като устройства за преобразуване и отдаване на активна мощност, а и като управляеми електронни преобразуватели, които могат да участват в регулирането на напрежението и компенсирането на реактивна мощност.

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

Темата на дисертационния труд е безспорно актуална както от научна, така и от научно-приложна гледна точка. Развитието на електроенергийните системи през последните години се характеризира с ускорено навлизане на децентрализирана генерация, фотоволтаични и вятърни електроцентрали, силови електронни преобразуватели, системи за управление и нарастващ брой нелинейни товари. Тези процеси променят класическите режими на електрическите мрежи и водят до нови изисквания по отношение на качеството на

електрическата енергия, регулирането на напрежението, фактора на мощност и ограничаването на нежеланите реактивни потоци.

В дисертационния труд актуалността е аргументирана не само общо – чрез тенденциите за декарбонизация, децентрализация и интелигентно управление на електроенергийните системи, но и чрез конкретни експлоатационни проблеми. Авторът обръща внимание на факта, че при наличие на ВЕИ и нелинейни товари реактивната мощност може да има знакопроменлив характер, а нейното измерване, тарифициране и компенсиране се усложняват съществено. Това придава на разработката не само техническо, но и ясно изразено икономическо значение, особено за индустриални потребители, при които разходите за реактивна енергия могат да бъдат съществени.

Целта на дисертационния труд – изследване на възможностите на електронните преобразуватели на ВЕИ да компенсират реактивна мощност и да изпълняват функцията на регулатори на напрежение – е формулирана ясно и е адекватна на разглеждания проблем. Поставените задачи обхващат експериментална оценка на компенсирането чрез фотоволтаичен инвертор, технико-икономическо сравнение с класически компенсиращи средства и разработване на модели и алгоритми за управление. Това показва правилно насочване на изследването към реален и практически значим проблем.

Считам, че темата, целта и задачите са актуални, правилно формулирани и съответстват на изискванията към дисертационен труд за придобиване на ОНС „доктор“.

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

Състоянието на проблема е разгледано задълбочено в първа глава на дисертацията. Авторът систематизира основните понятия, свързани с реактивната мощност и реактивната енергия, разглежда класически компенсиращи устройства, тиристорно управляеми компенсатори, статични синхронни компенсатори, контролери на мощностни потоци, активни силови филтри и възможности за компенсиране посредством мрежови инвертори.

Положителна оценка заслужава това, че литературният обзор не се ограничава само до класическото разглеждане на реактивната мощност при синусоидални режими. В дисертацията е отделено внимание на несинусоидалните режими, висшите хармоници, различните дефиниции на мощностите и практическите затруднения при измерването и тарифицирането на реактивната енергия. Представена е историческа и методологична последователност на развитието на теориите за електрическите мощности, което показва добро познаване на научната основа на проблема.

Литературната справка е обемна и включва 163 източника, сред които значителен брой публикации на английски език и източници от последните години. Това дава основание да се приеме, че докторантът е проучил достатъчно широко както класическата теория, така и съвременните подходи за управление на реактивна мощност чрез електронни преобразуватели и фотоволтаични инвертори.

Направените изводи от литературния обзор са логично свързани с формулирането на целта и задачите на дисертационния труд. Считаю, че авторът познава в достатъчна степен състоянието на проблема, оценява критично наличната литература и я използва целенасочено за обосноваване на собствените си изследвания.

3. Съответствие на избраната методика на изследване и поставените цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси.

Избраната методика на изследване е подходяща за поставената цел и формулираните задачи. В дисертационния труд са съчетани литературен и теоретичен анализ, експериментални изследвания, моделиране, симулационни изследвания и технико-икономическа оценка. Този комплексен подход е необходим, тъй като разглежданият проблем има едновременно електротехнически, алгоритмичен, експлоатационен и икономически аспект.

Във втора глава са разгледани подходи за измерване на реактивна енергия и е изследван хибриден фотоволтаичен инвертор в режим на компенсиране на реактивна мощност. Експерименталните изследвания в слънчев и облачен ден позволяват да се оцени влиянието на реалните условия върху възможностите за управление на реактивната мощност.

В трета глава е анализиран реален индустриален обект със знакопроменлив характер на реактивната мощност. Разгледани са реактивната мощност на кабелни линии, режимите на отделните трансформаторни секции и възможностите за компенсиране както чрез класически средства, така и чрез управление на фотоволтаичен инвертор. Технико-икономическата оценка придава практическа завършеност на изследването.

В четвърта глава са разработени модели на електронни преобразуватели за компенсиране на реактивна енергия, включително модел на статичен синхронен компенсатор и модели на еднофазен фотоволтаичен инвертор. Използването на MATLAB/Simulink и Simscape е адекватно за такъв тип изследвания и позволява проверка на поведението на системите при различни режими. Получените резултати са в пряка връзка с формулираните приноси.

Оценявам избраната методика като съвременна, последователна и съответстваща на целта и задачите на дисертационния труд.

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

Дисертационният труд е структуриран логично и последователно. Той съдържа списък на използваните съкращения, изложение на актуалността на проблема, четири глави, приноси, публикации по дисертацията, използвана литература и приложения. Обемът на разработката е 125 печатни страници, като в нея са включени 109 фигури, 11 таблици и две приложения. Структурата създава добра последователност – от общата постановка на проблема към експерименталното изследване, анализа на реален индустриален обект и симулационното моделиране.

Първа глава има обзорен и постановъчен характер. В нея са разгледани текущото състояние на ВЕИ, същността на реактивната мощност, необходимостта от нейното управление и основните средства за компенсиране. Представени са и съвременни стратегии за управление на инвертори – фиксирана реактивна мощност, фиксиран фактор на мощност, зависимости от активната мощност, volt-var, volt-watt и droop control. В края на главата са формулирани целта и задачите на дисертационния труд.

Втора глава разглежда управлението на фотоволтаичен инвертор. Анализирани са подходи за измерване на реактивна енергия, точността на тези подходи при класически системи и при разпределена генерация, както и възможностите на хибриден фотоволтаичен инвертор в режим на компенсиране. Представеният алгоритъм за управление на реактивна мощност чрез фотоволтаичен инвертор е пряко свързан с основната идея на дисертацията.

Трета глава има силно изразен приложен характер. В нея е изследван индустриален обект, захранван чрез кабелни линии средно напрежение, при който са отчетени значителни разходи за върната реактивна енергия. Направеният анализ на кабелните линии, трансформаторните секции и възможните средства за компенсиране създава добра база за оценка на приложимостта на предложените решения.

Четвърта глава съдържа основната част от симулационните изследвания. Разработени са модели на STATCOM и на еднофазен фотоволтаичен инвертор, както и подобрен модел с оглед реализация на ШИМ. Извършен е сравнителен и хармоничен анализ, като резултатите показват, че разглежданите модели могат да изпълняват задачата за компенсиране при съответно оразмеряване и параметризиране.

Достоверността на материала се основава на съчетанието между литературен анализ, експериментални данни, реален индустриален казус, симулационни модели и икономическа оценка. Това дава основание да се приеме, че формулираните изводи и приноси са подкрепени с достатъчен по обем и характер материал.

5. Научни, научно-приложни и приложни приноси на дисертационния труд.

Приносите на дисертационния труд са класифицирани като научно-приложни и приложни. Към научно-приложните приноси се отнасят разработването на алгоритъм за дистанционно управление на фактора на мощност на фотоволтаичен инвертор, разработването на модел за компенсиране на реактивна мощност чрез трифазен мрежови инвертор, работещ в режим STATCOM, както и разработването на модел за компенсиране чрез еднофазен фотоволтаичен инвертор, включително подобрен модел по отношение на имплементирането на ШИМ.

Като приложен принос следва да се оцени проведеното изследване на състоянието на реактивната мощност на реален индустриален обект и свързаните с него разходи за върната реактивна енергия в електроенергийната система. На базата на анализа са предложени решения за компенсиране чрез класически компенсиращи устройства и чрез фотоволтаичен инвертор, като е направена технико-икономическа оценка на двата подхода.

Считам, че приносите са реални, съответстват на съдържанието на дисертационния труд и имат научно-приложна и практическа стойност. Особено важно е, че дисертацията насочва вниманието към възможността съществуващи или бъдещи фотоволтаични инвертори да бъдат използвани не само като източници на активна енергия, но и като елементи за подобряване на режима на напрежението и реактивната мощност.

6. Оценка на личния принос на докторанта.

Представените резултати, разработените модели, алгоритъмът за управление и приложният анализ на индустриален обект показват самостоятелна изследователска работа на докторанта. Тематичната връзка между дисертационния труд и публикациите по него, както и участието на докторанта в публикационната дейност, дават основание да се приеме, че основните резултати са лично дело на автора или са получени с негово съществено участие.

При прегледа на представения дисертационен труд не се установяват несъответствия между формулираните приноси и съдържанието на разработката. Не откривам основания да се поставя под съмнение личният принос на докторанта.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

Към дисертационния труд е представен списък със 7 публикации, свързани с темата на дисертацията. Публикациите са насочени към компенсиране на реактивна мощност, управление на товари, реактивна мощност в пътни тунели, моделиране на фотоволтаични системи, използване на STATCOM и анализ на нелинейни знакопроменливи товари.

Публикациите са представени на научни форуми като Junior Conference on Lighting, BulEF, SIELA и ELMA, като част от тях са с DOI. Налице е и самостоятелна публикация на докторанта, което е положителен показател за неговото лично участие в разработването и публичното представяне на резултатите.

Считам, че публикационната дейност е достатъчна за представяне на основните резултати от дисертационния труд и съответства на изискванията за придобиване на образователната и научна степен „доктор“.

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

Резултатите от дисертационния труд имат потенциал за използване в практиката при проектиране, експлоатация и модернизация на електроснабдителни системи с присъединени възобновяеми енергийни източници. Разработените модели и алгоритъм могат да се използват за оценка на възможностите за компенсиране на реактивна мощност чрез фотоволтаични инвертори, както и за сравнение с класически компенсиращи устройства.

Практическа стойност има разгледаният индустриален казус, тъй като подобни проблеми се срещат при редица предприятия с кабелни захранвания средно напрежение, нелинейни товари, силова електроника и фотоволтаични инсталации. Предложеният подход може да подпомогне избора на технически и икономически обосновано решение за

намаляване на разходите за реактивна енергия и за подобряване на качеството на електроснабдяването.

Следва да се отбележи и връзката на резултатите със задачи по научноизследователски проект Договор № 212ПД0010-01 „Изследване на възможностите за балансиране на реактивна енергия с помощта на ВЕИ“. Това допълнително подкрепя научно-приложния характер на разработката.

Дисертационният труд има и образователна стойност, тъй като систематизира въпроси от теорията на мощностите, качеството на електрическата енергия, компенсирането на реактивна мощност и приложението на електронни преобразуватели в съвременните електроенергийни системи.

9. Оценка на автореферата.

Представеният автореферат отразява основните положения на дисертационния труд. В него са включени обща характеристика на разработката, актуалност на проблема, цел и задачи, методи на изследване, научно-приложни и приложни приноси, апробация и публикации по темата. Съдържанието на автореферата следва логиката на дисертационния труд и представя в синтезиран вид основните резултати по глави.

Означенията на формулите, таблиците и фигурите са съгласувани с дисертационния труд, а включеният графичен материал подпомага възприемането на проведените изследвания. Считаю, че авторефератът е изготвен коректно, отразява адекватно съдържанието на дисертацията и дава достатъчна представа за постигнатите резултати и формулираните приноси.

10. Критични бележки и препоръки.

Към дисертационния труд могат да бъдат направени следните бележки и препоръки, които не намаляват общата положителна оценка на разработката:

- В дисертационния труд се срещат отделни правописни, пунктуационни и стилови неточности на стр. 3, 7, 8, 31 и 77–80. Тези неточности включват непоследователно използване на дефис при сложни прилагателни от типа „техничко-икономически“, отделни пунктуационни пропуски и някои по-дълги изречения, които биха могли да бъдат редактирани за по-голяма яснота.
- Обзорната част може да бъде по-стегната, за да се открият още по-ясно собствените резултати на докторанта и връзката им с формулираните приноси.
- Препоръчително е в бъдещи разработки да се разшири експерименталната проверка на предложения алгоритъм при различни типове инвертори, различни производители и по-голям набор от реални експлоатационни режими.
- Би било полезно резултатите да бъдат развити към практически инженерни препоръки за избор между класическо компенсиране, инверторно компенсиране и комбинирани решения според мощността, характера на товара, наличната фотоволтаична мощност и режима на работа на обекта.

- Препоръчвам докторантът да продължи публикационната си активност по темата, включително в реферирани и индексирани научни списания.

Направените бележки имат характер на препоръки за подобряване на представянето и бъдещото развитие на изследването. Те не засягат същността на постигнатите резултати и не намаляват научно-приложната и практическата стойност на дисертационния труд.

11. Заключение.

В заключение считам, че дисертационният труд на маг. инж. Дженгиз Йълмаз Ибрам на тема „Възобновяеми енергийни източници и управление на реактивна енергия“ представлява завършена научно-приложна разработка по актуален за съвременната електроенергетика проблем. Поставената цел е постигната чрез решаване на формулираните задачи, а представеният материал е достатъчен по обем, съдържание, методическа последователност и научно-приложно ниво.

Дисертационният труд показва, че докторантът притежава задълбочени знания в областта на електроснабдяването, управлението на реактивна мощност, възобновяемите енергийни източници, качеството на електрическата енергия и моделирането на електронни преобразуватели. Получените резултати имат практическа приложимост и могат да бъдат използвани при анализ, проектиране и експлоатация на системи с фотоволтаични инвертори и необходимост от компенсирание на реактивна мощност.

Като имам предвид изложеното по-горе, давам положителна оценка на дисертационния труд. Това ми дава основание да предложа на уважаемото Научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на маг. инж. Дженгиз Йълмаз Ибрам в област на висше образование 5. „Технически науки“, професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“, научна специалност „Електроснабдяване и електрообзавеждане на промишлеността“.

Дата: 07.05.2026 г.

Рецензент:

София

(доц. д-р инж. Борислав Бойчев)

REVIEW

of a dissertation submitted for the acquisition of the educational and scientific degree "Doctor"
in the field of higher education 5. "Technical Sciences",
professional field 5.2. "Electrical Engineering, Electronics and Automation"

Author of the dissertation:	M.Eng. Dzhengiz Yalmaz Ibram
Topic of the dissertation:	"Renewable Energy Sources and Reactive Energy Management"
Scientific specialty:	"Power Supply and Electrical Equipment of Industry"
Reviewer:	Assoc. Prof. Dr. Eng. Borislav Bogdanov Boychev

This review is based on the submitted dissertation work of M.Eng. Dzhengiz Yalmaz Ibram on the topic "Renewable Energy Sources and Reactive Energy Management", developed at the Technical University – Sofia, Faculty of Electrical Engineering, Department of "Power Supply, Electrical Equipment and Electric Transport", with scientific supervisor Prof. Dr. Eng. Valchan Todorov Georgiev. The dissertation work is submitted for the award of the educational and scientific degree "Doctor" in the field of higher education 5. "Technical Sciences", professional field 5.2. "Electrical Engineering, Electronics and Automation", scientific specialty "Power Supply and Electrical Equipment of Industry".

The development is aimed at a significant problem for modern power engineering – reactive power and reactive energy management with the increasing participation of renewable energy sources, power electronics and nonlinear loads. Of particular interest is the consideration of photovoltaic inverters not only as devices for converting and delivering active power, but also as controllable electronic converters that can participate in voltage regulation and reactive power compensation.

1. Relevance of the problem addressed in the dissertation from a scientific and applied perspective. Degree and level of relevance of the problem and of the specific tasks developed in the dissertation.

The topic of the dissertation is undoubtedly relevant from both a scientific and an applied perspective. The development of power systems in recent years is characterized by an accelerated penetration of decentralized generation, photovoltaic and wind power plants, power electronic converters, control systems and an increasing number of nonlinear loads. These processes change the classical regimes of power networks and lead to new requirements regarding the quality of electrical energy, voltage regulation, power factor and the limitation of unwanted reactive flows.

In the dissertation, the relevance is argued not only in general terms – through the trends of decarbonization, decentralization and intelligent management of power systems, but also through specific operational problems. The author draws attention to the fact that in the presence of RES and

nonlinear loads, reactive power can have a sign-changing character, and its measurement, billing and compensation become significantly more complicated. This gives the development not only technical, but also a clearly expressed economic significance, especially for industrial consumers, where reactive power costs can be significant.

The aim of the dissertation work – studying the capabilities of electronic converters of RES to compensate reactive power and provide voltage regulation functions – is clearly formulated and is adequate to the problem under consideration. The tasks set include an experimental assessment of compensation using a photovoltaic inverter, a technical and economic comparison with classical compensation means and the development of models and control algorithms. This shows the correct direction of the research towards a real and practically significant problem.

I believe that the topic, aim and objectives are relevant, correctly formulated and comply with the requirements for a dissertation submitted for the acquisition of the educational and scientific degree “Doctor”.

2. Degree of knowledge of the state of the problem and critical interpretation of the literature.

The state of the problem is discussed in depth in the first chapter of the dissertation. The author systematizes the basic concepts related to reactive power and reactive energy, examines classical compensation devices, thyristor-controlled compensators, static synchronous compensators, power flow controllers, active power filters and compensation options using grid-connected inverters.

It is commendable that the literature review is not limited to the classical consideration of reactive power in sinusoidal modes. The dissertation pays attention to non-sinusoidal modes, higher harmonics, different definitions of power and practical difficulties in measuring and billing reactive energy. A historical and methodological sequence of the development of theories of electrical power is presented, which shows a good knowledge of the scientific basis of the problem.

The literature review is voluminous and includes 163 sources, including a significant number of publications in English and sources from recent years. This gives reason to assume that the doctoral student has studied both the classical theory and modern approaches to reactive power control using electronic converters and photovoltaic inverters quite extensively.

The conclusions drawn from the literature review are logically related to the formulation of the goal and objectives of the dissertation. I believe that the author is sufficiently familiar with the state of the problem, critically evaluates the available literature and uses it purposefully to substantiate his own research.

3. Compliance of the chosen research methodology and the set goals and objectives of the dissertation with the contributions achieved.

The chosen research methodology is appropriate for the set goal and formulated tasks. The dissertation combines literature and theoretical analysis, experimental studies, modeling, simulation studies and technical and economic assessment. This complex approach is necessary, since the problem under consideration has simultaneously an electrotechnical, algorithmic, operational and economic aspect.

In the second chapter, approaches for measuring reactive energy are discussed and a hybrid photovoltaic inverter in reactive power compensation mode is investigated. Experimental studies on a sunny and cloudy day allow us to assess the influence of real conditions on the reactive power control capabilities.

In the third chapter, a real industrial facility characterized by both inductive and capacitive reactive power flows is analyzed. The reactive power of cable lines, the modes of individual transformer sections and the possibilities for compensation both by classical means and by controlling a photovoltaic inverter are examined. The technical and economic assessment gives practical completeness to the study.

In the fourth chapter, models of electronic converters for reactive power compensation are developed, including a static synchronous compensator model and single-phase photovoltaic inverter models. The use of MATLAB/Simulink and Simscape is adequate for this type of research and allows verification of the behavior of the systems in different modes. The results obtained are directly related to the formulated contributions.

I assess the chosen methodology as modern, coherent and consistent with the aim and objectives of the dissertation.

4. A brief analytical characterization of the nature and assessment of the credibility of the material on which the contributions of the dissertation are built.

The dissertation is structured logically and consistently. It contains a list of abbreviations used, a statement of the relevance of the problem, four chapters, contributions, publications on the dissertation, references and appendices. The dissertation comprises 125 printed pages and includes 109 figures, 11 tables and two appendices. The structure creates a good sequence – from the general statement of the problem to the experimental study, the analysis of a real industrial facility and the simulation modeling.

The first chapter is of an overview and presentational nature. It examines the current state of RES, the nature of reactive power, the need for its management and the main means of compensation. Modern strategies for inverter management are also presented - fixed reactive power, fixed power factor, active-power-dependent control, volt-var, volt-watt and droop control. At the end of the chapter, the goal and objectives of the dissertation are formulated.

Chapter two examines the control of a photovoltaic inverter. Approaches for measuring reactive energy are analyzed, the accuracy of these approaches in classical systems and in distributed generation, as well as the capabilities of a hybrid photovoltaic inverter in compensation mode. The presented algorithm for controlling reactive power through a photovoltaic inverter is directly related to the main idea of the dissertation.

The third chapter has a strongly applied character. It examines an industrial facility supplied by medium voltage cable lines, where significant costs for returned reactive energy are recorded. The analysis of the cable lines, transformer sections and possible compensation means creates a good basis for assessing the applicability of the proposed solutions.

Chapter four contains the main part of the simulation studies. Models of STATCOM and single-phase photovoltaic inverter have been developed, as well as an improved model with a view to implementing PWM. A comparative and harmonic analysis has been performed, and the results show that the considered models can perform the compensation task with appropriate sizing and parameterization.

The reliability of the material is based on the combination of literature analysis, experimental data, a real industrial case study, simulation models and economic evaluation. This gives reason to assume that the formulated conclusions and contributions are supported by sufficient material in volume and nature.

5. Applied-scientific and practical contributions of the dissertation work.

The contributions of the dissertation are classified as applied-scientific and practical contributions. The applied-scientific contributions include the development of an algorithm for remote control of the power factor of a photovoltaic inverter, the development of a model for reactive power compensation using a three-phase grid inverter operating in STATCOM mode, as well as the development of a model for compensation using a single-phase photovoltaic inverter, including an improved model with respect to the implementation of PWM.

As a practical contribution, the conducted study of the reactive power conditions of a real industrial facility and the associated costs for returned reactive energy in the power system should be evaluated. Based on the analysis, compensation solutions have been proposed using classical compensation devices and a photovoltaic inverter, and a technical and economic assessment of both approaches has been made.

I believe that the contributions are real, correspond to the content of the dissertation work and have scientific, applied and practical value. It is particularly important that the dissertation draws attention to the possibility of using existing or future photovoltaic inverters not only as sources of active energy, but also as elements for improving the voltage regime and reactive power.

6. Assessment of the personal contribution of the doctoral student.

The presented results, the developed models, the control algorithm and the applied analysis of an industrial facility demonstrate the independent research work of the doctoral student. The thematic connection between the dissertation and the publications on it, as well as the participation of the doctoral student in the publication activity, give reason to assume that the main results are the personal work of the author or were obtained with his significant participation.

Upon review of the submitted dissertation, no inconsistencies were found between the formulated contributions and the content of the work. I find no reason to question the personal contribution of the doctoral student.

7. Assessment of dissertation publications.

A list of 7 publications related to the topic of the dissertation is presented with the dissertation. The publications are focused on reactive power compensation, load management, reactive power in road tunnels, modeling of photovoltaic systems, use of STATCOM and analysis of nonlinear sign-changing loads.

The publications have been presented at scientific forums such as Junior Conference on Lighting, Bulef, SIELA and ELMA, some of them with DOI. There is also an independent publication by the doctoral student, which is a positive indicator of his personal participation in the development and public presentation of the results.

I believe that the publication activity is sufficient to present the main results of the dissertation work and corresponds to the requirements for acquiring the educational and scientific degree "Doctor".

8. Using the results of the dissertation work in scientific and social practice.

The results of the dissertation have potential for practical use in the design, operation and modernization of power supply systems with connected renewable energy sources. The developed models and algorithm can be used to assess the possibilities of reactive power compensation through photovoltaic inverters, as well as for comparison with classical compensation devices.

The considered industrial case study has practical value, since similar problems are encountered in a number of enterprises with medium voltage cable power supplies, nonlinear loads, power electronics and photovoltaic installations. The proposed approach can support the selection of a technically and economically justified solution to reduce reactive energy costs and improve the quality of power supply.

It should also be noted that the results are related to tasks under the research project Contract No. 212PD0010-01 "Investigation of the possibilities for balancing reactive energy using RES". This further supports the scientific and applied nature of the development.

The dissertation also has educational value, as it systematizes issues from power theory, electrical energy quality, reactive power compensation, and the application of electronic converters in modern power systems.

9. Assessment of the Author's Abstract.

The presented abstract reflects the main points of the dissertation work. It includes a general description of the development, relevance of the problem, goal and objectives, research methods, applied-scientific and practical contributions, approbation and publications on the topic. The content of the abstract follows the logic of the dissertation work and presents the main results by chapters in a synthesized form.

The designations of the formulas, tables and figures are consistent with the dissertation work, and the included graphic material supports the perception of the research conducted. I believe that the abstract has been prepared correctly, adequately reflects the content of the dissertation and provides a sufficient idea of the achieved results and the formulated contributions.

10. Critical notes and recommendations.

The following notes and recommendations may be made to the dissertation work, which do not reduce the overall positive assessment of the work:

- The dissertation contains a limited number of technical, spelling, punctuation and stylistic inaccuracies, for example on pp. 3, 7, 8, 31 and 77–80. These are mainly related to the inconsistent

use of hyphens in compound adjectives, occasional punctuation omissions and some lengthy sentences which could be made more concise.

- The literature review could be made more concise in places in order to highlight more clearly the doctoral student’s own results and their relation to the formulated contributions.
- It is recommended in future developments to expand the experimental verification of the proposed algorithm with different types of inverters, different manufacturers and a larger set of real operating modes.
- It would be useful to develop the results into practical engineering recommendations for choosing between classical compensation, inverter compensation and combined solutions according to the power, the nature of the load, the available photovoltaic power and the operating mode of the site.
- I recommend that the doctoral student continue his publication activity on the topic, including in refereed and indexed scientific journals.

The notes made are in the nature of recommendations for improving the presentation and future development of the research. They do not affect the essence of the achieved results and do not reduce the scientific, applied and practical value of the dissertation work.

11. Conclusion.

In conclusion, I believe that the dissertation work of M.Eng. Dzhengiz Yalmaz Ibram on the topic "Renewable Energy Sources and Reactive Energy Management" represents a completed scientific and applied work on a problem relevant to modern electric power engineering. The goal was achieved by solving the formulated tasks, and the presented material is sufficient in volume, content, methodological consistency and scientific and applied level.

The dissertation demonstrates that the doctoral student possesses in-depth knowledge in the field of power supply, reactive power management, renewable energy sources, power quality and modeling of electronic converters. The results obtained have practical applicability and can be used in the analysis, design and operation of systems with photovoltaic inverters and the need for reactive power compensation.

On the basis of the above, I give a positive assessment of the dissertation. I therefore recommend that the esteemed Scientific Jury award the educational and scientific degree “Doctor” to M.Eng. Dzhengiz Yalmaz Ibram in the field of higher education 5. “Technical Sciences”, professional field 5.2. “Electrical Engineering, Electronics and Automation”, scientific specialty “Power Supply and Electrical Equipment of Industry”.

Date: 07.05.2026	Reviewer:
	(Assoc. Prof. Dr. Eng. Borislav Boychev)