

С Т А Н О В И Щ Е

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

Професионално направление 5.2. „Електроника, електротехника и автоматика“

Научна специалност: Електронизация

Автор на дисертационния труд: **инж. Теодорос Анастис Петроглу**

Тема на дисертационния труд: **Reliability and fault-tolerance of photovoltaic systems**

от **проф. д-р инж. Галидия Иванова Петрова-Спасова**

ТУ – София, Филиал Пловдив, e-mail: gip@tu-plovdiv.bg

Настоящото становище е изготвено в качеството ми на член на научно жури, назначено със
Заповед № 1294/ 12.06.2025г. на Ректора на ЮЗУ „Неофит Рилски“.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем

Предложеният дисертационен труд е на безспорно актуална и важна тематика за енергийната индустрия от възобновяеми източници и собствениците на фотоволтични системи (ФВС), свързана с възникващи повреди при тяхната експлоатация и анализ на причините за намаляване на тяхната производителност. Тематиката на дисертационния труд е с интердисциплинарен характер, изискваща задълбочени познания на докторанта в областта на силовата електроника и електронните преобразуватели, както и на електромеханичните и механичните компоненти на фотоволтичните системи.

Извършените от докторанта проучвания на комерсиални и резидентни ФВС, изследвания на съществуващите повреди и анализ на причините за намаляване на производителността на ФВС, както и предложените в дисертационния труд метод и методологии за възстановяване на фотоволтични системи с намален добив на електроенергия и за оценка на икономическата ефективност на възстановяването им, имат пряко практическо приложение в енергийната индустрия и за бъдещи научни изследвания в областта.

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

Направеното литературно проучване и последващ анализ показват едно много добро познаване и интерпретиране на тематиката свързана с категоризиране на повреди, които възникват във ФВС по време на тяхната работа, начини за диагностициране на проблемите и методи и процедури за решаването им. Литературните източници (общо 118) са по тематиката, и основно са на английски език, като включват основна и фундаментална литература в областта, както и по-нови изследвания публикувани през последните 15 години.

В края на литературното проучване е дефинирана целта на дисертационния труд и задачите за нейното изпълнение.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд

Избраната от докторанта методика за научно изследване дава възможност да осъществи основната цел на дисертационния труд, а именно „Да се изследват настоящите повреди във ФВС и да се анализират причините за намаляване на тяхната производителност, както и ролята на натоварването върху производителността на компонентите и как то влияе върху надеждността на системите. Да се изследва влиянието на различни фактори върху надеждността, отказоустойчивостта и намаляването на добива на ФВС“.

Методически дисертационният труд следва логическата последователност:

- Категоризиране на повредите във ФВС и съществуващите методи и процедури за тяхното отстраняване;
- Проучвания и анализ на данните за типове повреди на комерсиални и резидентни ФВС с период на експлоатация над 10 години;
- Сравнителен анализ чрез методи за анализиране на повредите и отказите (Парето и ANOVA) и математически модели за прогнозиране на надеждността на инверторите и на самата ФВС;
- Анализ на методи за повишаване на надеждността на ФВС;
- Симулиране на сценарии и експериментални изследвания за оценка на загубите на енергия на ФВС;
- Разработване на методи за повишаване на енергийната ефективност на ФВС;
- Експериментални изследвания на предложените методи и решения.

Считам, че използваната методика на изследване е в съответствие с поставената цел и задачи на дисертационния труд.

4. Приноси на дисертационния труд

Приемам по принцип формулираните от докторанта приноси, които могат да бъдат класифицирани като научно-приложни и приложни. Те са обобщени в края на дисертационния труд. Считам, че формулираните приноси показват, че поставените задачи са изпълнени. Намирам този подход за представяне на приносите за удачен, защото свързва формулираната цел и задачи на дисертационната работа с постигнатите резултати.

Научно-приложните приноси биха могли да се обобщят както следва:

- Предложеният метод за ранно прогнозиране на повреди и оценка на влошаването на производителността, в зависимост от експлоатационните условия, на ФВС.
- Предложената методология за възстановяване на фотоволтични паркове с намален добив на електроенергия и препоръки за използван метод, приложена в изследвания с различни конфигурации на компонентите.
- Разработената методология за оценка на икономическата ефективност на възстановяването на фотоволтични паркове с намален добив.
- Създаденият модел за индивидуален подход и отчитане на специфични фактори при проектирането на фотоволтични системи, в зависимост от географското местоположение и климатичните характеристики на мястото на монтаж.

Приложните приноси могат да се систематизират както следва:

- Изследванията на съществуващите повреди във ФВС и анализ на причините за намаляване на тяхната производителност.
- Извършеното проучване на 23 фотоволтични комерсиални парка и 34 резидентни системи. Изследвания на влиянието на различни фактори, свързани с монтажа и експлоатацията на ФВС върху надеждността, отказоустойчивостта и намаляването на добива на енергия.
- Предложеният подход към експлоатацията и поддръжката на фотоволтични системи за намаляване на разходите, увеличаване на времето за работа и подобряване на надеждността и производителността им.

Научно-приложните приноси се отнасят към следните две групи: създаване на нови модели и методики за изследвания на съществуващи научни проблеми и обогатяване с нови знания. Характер на приносите за внедряване: методологии и препоръки.

Считам, че постигнатите резултати, научно-приложните и приложни приноси са в голяма степен лично дело на кандидата. Те доказват, че докторантът познава много добре състоянието на научните изследвания в областта и има капацитет да извършва самостоятелно изследователска и инженерна дейност.

5. Преценка на публикациите по темата на дисертационния труд

Представени са пет публикации свързани с дисертационния труд, една от които е самостоятелна. В другите четири публикации докторанта маг. инж. Теодорос Петроглу е на първо място. Една от публикациите е представена на международна конференция на млади учени в България, а останалите четири са представени на национални конференции с международно участие в България. Това е потвърждение, че резултатите от дисертацията са познати на научната общност у нас. Справката в базата данни SCOPUS потвърждава една индексирана публикация от представените по дисертационния труд. Всички публикации имат пряко отношение към решаваните в дисертацията въпроси и представят основни резултати от дисертационния труд.

Не съм открила елементи на плагиатство в публикациите и дисертационния труд.

Считам, че броят и качеството на представените публикации по тематиката на дисертационния труд покриват изискванията на ЗРАСРБ за присъждане на ОНС „Доктор“.

6. Мнения, препоръки и бележки

Образователните цели на дисертацията са изпълнени изцяло.

Нямам забележки по отношение на количеството и качеството на извършената по дисертацията работа. Докторантът е извършил голяма по обем практическа работа, отличаваща се със задълбоченост и компетентност. Работата е значима поради възможността за пряко практическо използване на предложените в дисертационния труд модел и методология за възстановяване на ФВС с намален добив на електроенергия.

Забележки по представяне на съдържателната част:

- Критико-аналитичният анализ в обзорната глава би могло да се структурира по-добре. На места е представена много описателна информация, която не помага за

критичния анализ по тематиката. Общоприето е преобладаващата част от литературните източници да се коментират и цитират именно в обзорната глава.

- От методична гледна точка не би следвало публикациите на докторанта по темата на дисертационния труд да са включени в списъка с литературните източници. Те са резултат от изследванията на докторанта по темата и следва да се отделят и представят след приносите на дисертационния труд.
- Обемът на дисертацията е голям и би могло да се помисли за намаляването му, като по-голямата част от резултатите от проведените изследвания се представят само в табличен вид, а графичното им представяне, което е основно с илюстративна цел, се прехвърли в приложението. Например, Таблица 2.4 с фигури 2.35 и 2.36, Таблица 2.5 с фигури 2.37 и 2.38, Таблица 2.6 с фигури 2.39 и 2.40.

Препоръки:

- Постигнатите резултати е добре да бъдат сравнени с други подобни, получени при алтернативни изследвания в областта на дисертацията.

7. Заключение и оценка на дисертационния труд

Оценката ми за дисертационния труд и публикациите, отразяващи изследванията в дисертацията, е положителна. Дисертацията съдържа научно-приложни и приложни приноси в достатъчна степен и напълно отговаря на изискванията за придобиване на научни степени в Закона за развитие на академичния състав в република България (ЗРАСРБ) и Правилника за неговото прилагане.

Постигнатите резултати и приноси в дисертационния труд, ми дават основание да предложа на уважаемото Научно жури да присъди на маг. инж. Теодорос Анастис Петроглу, образователната и научна степен „доктор” в професионално направление 5.2. „Електроника, електротехника и автоматика“, по научна специалност „Електронизация”.

Дата: 21.08.2025 г.

Изготвил:

(проф. д-р инж. Галидия Петрова)

STATEMENT

on the dissertation thesis for the acquisition of the educational and scientific degree "Doctor"

Professional field 5.2. "Electronics, Electrical Engineering and Automation"

Scientific specialty: Electronization

Author of the dissertation: **Eng. Theodoros Anestis Petroglou**

Topic of the dissertation: **Reliability and fault-tolerance of photovoltaic systems**

by Prof. Dr. Eng. Galidiya Ivanova Petrova-Spasova

TU - Sofia, Plovdiv Branch, e-mail: gip@tu-plovdiv.bg

This statement was prepared in my capacity as a member of the scientific jury, determined by Order No. 1294/ 12.06.2025 of the Rector of the South-West University "Neofit Rilski".

1. Relevance of the problem developed in the dissertation

The proposed dissertation thesis is on an undoubtedly relevant and important topic for the renewable energy industry and the owners of photovoltaic systems (PVS), related to failures occurring during their operation and analysis of the causes of their reduced productivity. The topic of the dissertation is interdisciplinary in nature, requiring in-depth knowledge of the PhD student in the field of power electronics and electronic converters, as well as the electromechanical and mechanical components of photovoltaic systems.

The PhD student's surveys of commercial and residential PVS, studies of existing failures and analysis of the causes of reduced PVS productivity, as well as the methods and methodologies proposed in the dissertation for the restoration of photovoltaic systems with reduced electricity yield and for assessing the economic efficiency of their restoration, have direct practical application in the energy industry and for future scientific research in the field.

2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the references material

The conducted literature review and subsequent analysis show a very good knowledge and interpretation of the topics related to the categorization of failures that occur in the PVS during their work, ways to diagnose the problems and methods and procedures for solving them. The references (118 in total) are on the topic, and are mainly in English. They include basic and fundamental literature in the field, as well as more recent research published in the last 15 years.

At the end of the literature review, the goal of the dissertation and the objectives for its implementation are defined.

3. Compliance of the selected research methodology with the set goal and objectives of the dissertation

The scientific research methodology chosen by the PhD student makes it possible to achieve the main goal of the dissertation, namely "To study the current failures in PVS and to analyze the reasons for reducing their productivity, as well as the role of the load on the productivity of the components and how it affects the reliability of the systems. To study the influence of various factors on the reliability, fault tolerance and reduction of PVS yield".

Methodologically, the dissertation follows the logical sequence:

- Categorization of PVS failures and existing methods and procedures for their elimination;
- Surveys, studies and analysis of data on types of failures in commercial and residential PVS with an operating period of over 10 years;
- Comparative analysis using methods for analyzing failures (Pareto and ANOVA) and mathematical models for predicting the reliability of inverters and the PVS itself;
- Analysis of methods for increasing the reliability of PVS;
- Simulation of scenarios and experimental studies for assessing PVS energy losses;
- Development of methods for increasing the energy efficiency of PVS;
- Experimental studies of the proposed methods and solutions.

I believe that the research methodology used is in accordance with the defined goal and objectives of the dissertation.

4. Contributions of the dissertation

I generally accept the contributions formulated by the PhD student, which can be classified as scientific-applied and applied. They are summarized at the end of the dissertation thesis. I believe that the formulated contributions show that the defined objectives have been fulfilled. I find this approach to presenting the contributions successful because it connects the formulated goal and objectives of the dissertation thesis with the achieved results.

The scientific-applied contributions could be summarized as follows:

- The proposed method for early prediction of failures and assessment of the deterioration of performance, depending on the operating conditions, of PVS.
- The proposed methodology for the restoration of photovoltaic parks with reduced electricity yield and recommendations for the method used, applied in studies with different component configurations.
- The developed methodology for assessing the economic efficiency of the restoration of photovoltaic parks with reduced yield.
- The developed model for individual approach in the design of PVS taking into account specific factors, and depending on the geographical location and climatic characteristics of the installation site.

The applied contributions can be systematized as follows:

- Research on existing failures in PVS and analysis of the causes for their reduced productivity.
- The conducted study of 23 photovoltaic commercial parks and 34 residential systems. Studies of the influence of various factors related to the installation and operation of PVS on reliability, fault tolerance and reduction of energy yield.
- The proposed approach to the operation and maintenance of photovoltaic systems to reduce costs, increase operating time and improve their reliability and productivity.

The scientific-applied and applied contributions relate to the following two groups: creation of new models and methodologies for researching existing scientific problems, and enrichment with new knowledge. Nature of the contributions for implementation: methodologies and recommendations.

I believe that the results achieved, the scientific-applied and applied contributions are mainly the personal work of the candidate. They prove that the PhD student knows very well the

state of the art of scientific research in the field and has the capacity to carry out independent research and engineering activities.

5. Assessment of the publications on the dissertation topic

Five publications related to the dissertation thesis have been presented, one of which is with a sole author, the PhD student. In all the rest four publications, the PhD student eng. Theodoros Petroglou, is the first author. One of the publications was presented at an international conference of young scientists in Bulgaria, and the other four were presented at national conferences with international participation in Bulgaria. These participations confirm that the results of the dissertation are known to the scientific community in our country. The check in SCOPUS database confirms one indexed publication from the presented to the dissertation. All publications are directly related to the issues addressed in the dissertation thesis and present the main results of the dissertation.

I have not found any elements of plagiarism in the presented publications and the dissertation thesis.

I believe that the number and quality of the presented publications on the topic of the dissertation meet the requirements of the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria for awarding of the educational and scientific degree "Doctor".

6. Opinions, recommendations and remarks

The educational objectives of the dissertation have been fully met.

I have no remarks regarding the quantity and quality of the work performed on the dissertation. The PhD student has performed a large volume of practical work, distinguished by thoroughness and competence. The work is significant due to the possibility of direct practical application of the model and methodology proposed in the dissertation for restoring PVS with reduced electricity yield.

Remarks on the presentation of the content:

- The state of the art analysis in the overview chapter could be structured better. In places, a lot of descriptive information is presented, which does not help with the critical analysis of the topic. It is generally accepted that the predominant part of the references should be commented on and cited in the overview chapter.

- From a methodological point of view, the PhD student's publications on the topic of the dissertation should not be included in the list of references. They present the results of the PhD student's research on the topic and should be separated and presented after the contributions of the dissertation.

- The volume of the dissertation thesis is large and it could be considered to reduce it, with the majority of the results from the conducted research being presented only in tabular form, and their graphical presentation, which is mainly for illustrative purposes, being transferred to the appendix. For example, Table 2.4 with Figures 2.35 and 2.36, Table 2.5 with Figures 2.37 and 2.38, Table 2.6 with Figures 2.39 and 2.40.

Recommendations:

- The achieved results should be compared with other similar ones obtained in alternative research in the field of the dissertation.

7. Conclusion and evaluation of the dissertation thesis

My assessment of the dissertation thesis and the publications related to the research in the dissertation is positive. The dissertation contains scientific-applied and applied contributions to a sufficient extent and fully meets the requirements for acquiring scientific degrees in the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria and the Regulations for its implementation.

The achieved results and contributions in the dissertation thesis give me reason to propose to the esteemed Scientific Jury to award M. Eng. Theodoros Anestis Petroglou the educational and scientific degree "Doctor" in the professional field 5.2."Electronics, Electrical Engineering and Automation", on the scientific specialty "Electronization".

21.08.2025 r.

Jury member:

(Prof. Dr. Eng. Galidiya Petrova)