



Получена на
02.08.2025г

ВИСШЕ ВОЕННОВЪЗДУШНО УЧИЛИЩЕ
„ГЕОРГИ БЕНКОВСКИ”

гр. Долна Митрополия, ул. „Св.Св.Кирил и Методий“ № 1, п.к. 5855
тел. 65701, факс: 064 / 837 217

РЕЦЕНЗИЯ

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

Автор на дисертационния труд: инж. Габриел Венелинов Георгиев.
Тема на дисертационния труд: Изследване характеристиките на въздушен
винт при малки числа на Рейнолдс в условия на екранен ефект.
Рецензент: проф. д-р инж. Асен Ангелов Маринов.

1. Информация за докторанта.

Докторантът е завършил ОКС „бакалавър“ през 2019 г. и ОКС
„магистър“ през 2021 г. в Технически университет – София като
първенец на випуските.

От 02/07/2021 – 31/10/2021 е изследовател към Технически
Университет, а от 28/10/2021 заема академичната длъжност асистент.
От 03/07/2017 – 31/07/2017 провежда стаж в Национален борд за
разследване на произшествия във въздушния, водния и
железопътния транспорт, от 09/07/2018 – 27/07/2018 е на стаж в
Държавно предприятие "Ръководство на въздушното движение", а от
01/02/2023 – 31/07/2023 е Степендиант на българо-американската
комисия за образователен обмен "Фулбрайт" Катедра
"Аерокосмическо инженерство", Университет на Мериленд.

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

Нарастването на полетите с безпилотни летателни апарати поражда
необходимост от научнообоснована информация относно
аеродинамичните характеристики на прилаганите въздушни витла в
условия определящи етапите на излитане, кацане и при полети в близост

до препятствия.

Необходимостта от научнообоснована информация относно аеродинамичните характеристики на въздушните витла за безпилотни летателни апарати е породена от все по-нарастващото им значение в различни направления.

Валидирането на изчислителен модел би позволило прякото му прилагане при създаването и анализа на системите за автоматично управление.

3. Обща характеристика и структура на дисертационния труд.

Дисертационният труд е в обем от 169 страници, като включва 5 раздела за решаване на формулираните основни задачи, списък на основните приноси, списъци на използваната литература и на публикациите по дисертацията както и приложения. Цитирани са общо 112 литературни източници, като 110 са на латиница и 2 на кирилица. Работата включва общо 57 фигури и 17 таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

Основните задачи, които дисертационният труд поставя са обобщени в следната последователност:

- 1) модифициране на стенд до ниво, което позволява определяне на аеродинамичните характеристики на въздушен винт в условия на екранен ефект;
- 2) извършване на експериментално определяне на характеристиките на въздушен винт в условия на екранен ефект;
- 3) прилагане на подходящ математичен модел с цел числено определяне характеристики на въздушен винт в условия на екранен ефект;
- 4) доразвиване на изведените числени модели, които описват явлението екранен ефект и/или прилагането на вече изведените уравнения от изчислителната механика на флуидите с цел успешно валидиране на математичен модел, способен

оптимално да определя характеристиките на въздушен винт в условия на екранен ефект при малки числа на Рейнолдс.

В Раздел 1 „Настоящи разработки свързани с явлението екранен ефект на въздушни винтове“ на изследването се обосновава актуалността и значимостта на темата на разработката. Направен е обзор на проведените до този момент изследвания относно явлението екранен ефект на въздушни винтове. Лансира се изследователската теза. Дефинирани са целите и задачите на дисертационния труд като е представена и последователността на основните задачи.

В Раздел 2 „Анализ на основните теоретични модели за числено изследване аеродинамичните характеристики на въздушни винтове в условия на екранен ефект“ е представена стегната теорията на носещата линия, теория на носещата повърхност, теоретичния модел на Лейшман относно влиянието на близостта до екранна повърхност върху характеристиките на въздушен винт, накратко е представен режим на висене на хеликоптерен винт в близост до екранна повърхност, теорията на елементите на работната лопата, импулсната теория, комбинирания елементно-импулсен модел и емпирични модели отчитащи влиянието на „екрана“ върху характеристиките на винта в условия на екранен ефект.

Разгледани са основните показатели отчитани в модела: отчитане на загубите в крайните елементи на работната лопата, отчитане на загубите в кореновото сечение на работните лопати, отчитане загубите на индуктивна мощност като следствие на неравномерности във въздушния поток, отчитане влиянието на числото на Рейнолдс върху изчислителните стойности на коефициента на пълната съпротивителна мощност.

В Раздел 3 „Експериментални изследвания за явлението екранен ефект на въздушни винтове“ са описани експерименталната установка за прилагане на основната методология, методическите стъпки на проведените статични измервания при прилагане на основната методология и от проведените експериментални изследвания са

обобщени експерименталните резултати. Представени са експерименталната установка за изследване явленията екранен ефект на въздушен винт при прилагане на спомагателната методология и получените експериментални резултати при прилагане на спомагателната методология.

В раздел 4 „Анализ на аеродинамичните характеристики на въздушен винт в условия на екранен ефект посредством числени методи“ са представени приложените числени модели, изчислителната методология и получените числени резултати.

В раздел 5 са представени изводите и заключенията от направеното изследване.

Изграждането на изчислителния модел е осъществявано чрез MATLAB, чиито код е представен в раздел Приложения. Теоретичната основа на всеки от моделите е последователен относно влиянието на геометричните параметри, масовите параметри и параметрите на въздушния поток.

4. Оценка на научните и научноприложни приноси на дисертационния труд.

Цялостното ми запознаване с дисертацията и автореферата на кандидата са основание да направя общия извод, че в представения за защита дисертационен труд се съдържат научно-приложни и приложни приноси.

Научно-приложни приноси

1. Създадена е методология за експериментално определяне на аеродинамичните характеристики на два въздушни винта при работа в условия на екранен ефект.
2. Предложен е иновативен хибриден алгоритъм за изследване характеристиките на въздушни винтове работещи в условия на екранен ефект.
3. Осъществено е числено моделиране на аеродинамичните

характеристики на въздушен винт при работа в условия на екранен ефект чрез интегриране в модела на емпирични поправки отнасящи се за коефициента на относителна скорост в равнината на въртене на винта (λ).

Приложни приноси

1. Извършено е експериментално определяне на аеродинамичните характеристики на въздушен винт в условия на екранен ефект при вариация на комплекс от параметри: ъгълът на поставяне на елементите на работните лопати (θ), относителното разстояние от равнината на въртене на винта до екранната повърхност и на честотата на въртене. Изследваните изходни параметри са: създаваната от въздушния винт теглителна сила, съпротивителният момент, както и техните коефициенти.
2. Пресъздадена е в MATLAB среда методологическата последователност на предложения хибриден модел с основна задача провеждане на изчисленията.
3. Приложен е хибриден елементно-импулсен модел с емпирични корекции с основна задача числено определяне на аеродинамичните характеристики на въздушен винт в условия на екранен ефект. Изчислени са стойностите на теглителната сила, на съпротивителната мощност и на съответстващите им относителни коефициенти и при вариация на комплекс от параметри: ъгълът на поставяне на елементите на лопатите и относителното разстояние от равнината на въртене на винта до екрана.
4. Осъществено е експериментално определяне на аеродинамичните характеристики на мултикоптерен въздушен винт при работа в условия на екранен ефект. Оценени са значенията на създаваната теглителна сила, съпротивителната мощност при вариация на честотата на въртене, относителното разстояние до екранната повърхност и на ъгъла на наклона на равнината на въртене.

5. Представена е оценка на зоната на наличие на екранен ефект на двата изследвани въздушни винта и за влиянието на екранната повърхност върху основните експлоатационни параметри на винтовете при работата им в зоната на наличие на екранен ефект.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

Докторантът е автор на 4 бр. научни публикации, от които една самостоятелна и три в съавторство. В посочените статии се анализират различни аспекти от изследваната в дисертацията тема. Представените статии покриват изискванията за придобиване на образователна и научна степен „доктор“.

6. Оценка на автореферата.

Представеният автореферат съответства в структурно и съдържателно отношение на предоставената ми за рецензия дисертация. Спазени са изискванията по оформлението и са включени необходимите атрибути. Посредством запознаване с авторефера може да се придобие еднозначна представа за дисертационния труд.

7. Мнения, препоръки и бележки.

На база анализ на предоставения ми за рецензиране труд мога да препоръчам на инж. Габриел Венелинов Георгиев да потърси възможности за съставяне на екип за участие в национални и международни проекти.

8. Заключение.

Гореизложеното ми дава основание да препоръчам на уважаемото научно жури да присъди ОНС „доктор“ на инж. Габриел Венелинов Георгиев в ПН 5.5. „Транспорт, корабоплаване и авиация“, научна специалност „Навигация, управление и експлоатация на въздушния транспорт“.

Дата: 17.07.2025 г.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Вярно с оригинала!





“GEORGI BENKOVSKI”
BULGARIAN AIR FORCE ACADEMY
5855 Dolna Mitropolia, I “St. St. Cyril and Metodius”Str.,
phone 65701, fax 064 / 837 217 email: info@af-acad.bg

REVIEW

on the dissertation for the acquisition of the educational and scientific
degree of "doctor"

Author of the dissertation: Eng. Gabriel Venelinov Georgiev.

Topic of the dissertation: Research of the characteristics of an airscrew at
low Reynolds numbers in conditions of screen effect.

Reviewer: Prof. Dr. Eng. Asen Angelov Marinov.

1. Information about the doctoral student.

The Gabriel Venelinov Georgiev graduated with a Bachelor's degree in 2019 and a Master's degree in 2021 at the Technical University - Sofia as the top of his class.

From 02/07/2021 - 31/10/2021 he is a researcher at the Technical University, and from 28/10/2021 he holds the academic position of assistant.

From 03/07/2017 – 31/07/2017 he is conducting an internship at the National Board for the Investigation of Accidents in Air, Water and Rail Transport, from 09/07/2018 – 27/07/2018 he is on an internship at the State Enterprise "Air Traffic Control", and from 01/02/2023 – 31/07/2023 he is a Fulbright Scholar of the Bulgarian-American Educational Exchange Commission, Department of Aerospace Engineering, University of Maryland.

2. Relevance of the problem developed in the dissertation.

The growth of flights with unmanned aerial vehicles creates a need for scientifically based information on the aerodynamic characteristics of the applied air propellers in conditions determining the stages of take-off, landing and when flying near obstacles.

The need for scientifically based information on the aerodynamic characteristics of air propellers for unmanned aerial vehicles is caused by their ever-increasing importance in various directions.

Validation of a computational model would allow its direct application in the creation and analysis of automatic control systems.

3. General characteristics and structure of the dissertation.

The dissertation work is 169 pages long, including 5 sections for solving the formulated main tasks, a list of the main contributions, lists of the literature used and the publications on the dissertation, as well as appendices. A total of 112 literary sources are cited, 110 of which are in Latin and 2 in Cyrillic. The work includes a total of 57 figures and 17 tables. The numbers of the figures and tables in the abstract correspond to those in the dissertation work.

The main tasks that the dissertation work sets are summarized in the following sequence:

- 1) modifying a stand to a level that allows determining the aerodynamic characteristics of an air propeller in conditions of screen effect;
- 2) performing an experimental determination of the characteristics of an air propeller in conditions of screen effect;
- 3) applying an appropriate mathematical model in order to numerically determine the characteristics of an air propeller in conditions of screen effect;
- 4) further development of the derived numerical models that describe

the phenomenon of the screen effect and/or the application of the already derived equations from computational fluid mechanics in order to successfully validate a mathematical model capable of optimally determining the characteristics of an airscrew in conditions of the screen effect at low Reynolds numbers.

In Section 1 "Current developments related to the phenomenon of the screen effect of airscrews" of the study, the relevance and significance of the topic of the study is justified. A review of the research conducted to date on the phenomenon of the screen effect of airscrews is made. The research thesis is launched. The goals and objectives of the dissertation are defined and the sequence of the main tasks is presented.

In Section 2 "Analysis of the main theoretical models for numerical study of the aerodynamic characteristics of airscrews in conditions of screen effect" the theory of the airfoil, the theory of the airfoil, the theoretical model of Leishman regarding the influence of proximity to a screen surface on the characteristics of an airscrew is presented concisely, the hovering mode of a helicopter propeller near a screen surface is briefly presented, the theory of the elements of the working blade, the impulse theory, the combined element-impulse model and empirical models taking into account the influence of the "screen" on the characteristics of the propeller in conditions of screen effect.

The main indicators taken into account in the model are considered: taking into account the losses in the end elements of the working blade, taking into account the losses in the root section of the working blades, taking into account the losses of inductive power as a consequence of irregularities in the air flow, taking into account the influence of the Reynolds number on the calculated values of the coefficient of total drag power.

In Section 3 "Experimental studies on the phenomenon of the screen effect of airscrews" the experimental setup for applying the main methodology is described, the methodological steps of the static measurements carried out when applying the main methodology are described and the experimental results from the conducted experimental studies are summarized. The experimental setup for studying the phenomenon of the screen effect of an airscrew when applying the auxiliary methodology and the experimental results obtained when applying the auxiliary methodology are presented.

In Section 4 "Analysis of the aerodynamic characteristics of an airscrew in conditions of screen effect using numerical methods" the applied numerical models, the computational methodology and the obtained numerical results are presented.

In Section 5 the conclusions and inferences from the research are presented.

The construction of the computational model was carried out using MATLAB, the code of which is presented in the Applications section. The theoretical basis of each of the models is consistent regarding the influence of geometric parameters, mass parameters and airflow parameters.

4. Assessment of the scientific and applied contributions of the dissertation.

My comprehensive acquaintance with the dissertation and the candidate's abstract are grounds for drawing the general conclusion that the dissertation submitted for defense contains scientific and applied contributions.

Scientific and applied contributions

1. A methodology has been created for experimental determination of the aerodynamic characteristics of two propellers when operating in conditions of screen effect.

2. An innovative hybrid algorithm has been proposed for studying the characteristics of propellers operating in conditions of screen effect.

3. Numerical modeling of the aerodynamic characteristics of a propeller when operating in conditions of screen effect has been carried out by integrating into the model empirical corrections relating to the coefficient of relative speed in the plane of rotation of the propeller (λ).

Applied contributions

1. An experimental determination of the aerodynamic characteristics of an air propeller in conditions of a screen effect was carried out under the variation of a complex of parameters: the angle of placement of the elements of the working blades (θ), the relative distance from the plane of rotation of the propeller to the screen surface and the frequency of rotation. The studied output parameters are: the traction force created by the air propeller, the resistance moment, as well as their coefficients.

2. The methodological sequence of the proposed hybrid model with the main task of carrying out the calculations was recreated in the MATLAB environment.

3. A hybrid element-impulse model with empirical corrections was applied with the main task of numerical determination of the aerodynamic characteristics of an air propeller in conditions of a screen effect. The values of the traction force, the resistance power and the corresponding relative coefficients were calculated and with a variation of a complex of parameters: the angle of placement of the blade elements and the relative distance from the plane of rotation of the propeller to the screen.

4. An experimental determination of the aerodynamic characteristics of a multicopter propeller when operating in conditions of screen effect was carried out. The values of the created traction force, the resistance power when varying the rotation frequency, the relative distance to the screen surface and the angle of inclination of the plane of rotation were estimated.

5. An assessment of the screen effect zone of the two studied propellers and the influence of the screen surface on the main operational parameters of the propellers when operating in the screen effect zone are presented.

5. Assessment of publications on the dissertation work.

The doctoral student is the author of 4 scientific publications, of which one is independent and three are co-authored. The indicated articles analyze different aspects of the topic studied in the dissertation. The presented articles meet the requirements for acquiring the educational and scientific degree "doctor".

6. Evaluation of the abstract.

The submitted abstract corresponds in structure and content to the dissertation submitted to me for review. The layout requirements have been met and the necessary attributes have been included. By familiarizing yourself with the abstract, you can gain an unambiguous idea of the dissertation work.

7. Opinions, recommendations and notes.

Based on an analysis of the work submitted to me for review, I can recommend to Eng. Gabriel Venelinov Georgiev to seek opportunities to form

a team for participation in national and international projects.

8. Conclusion.

The above gives me reason to recommend to the esteemed scientific jury to award the ONS "doctor" to Eng. Gabriel Venelinov Georgiev in PN 5.5. "Transport, shipping and aviation", scientific specialty "Navigation, management and operation of air transport".

Date: 17.07.2025

REVIEWER:

Вариант с оригиналом

A handwritten signature in blue ink is written over a circular purple stamp. The stamp contains the text "НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР" and "ТРАНСПОРТ, СУДНОХОДСТВО И АВИАЦИЯ".