



Получено на
02.08.2025г.

СТАНОВИЩЕ

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

Автор на дисертационния труд: Габриел Венелинов Георгиев

Тема на дисертационния труд: “Изследване характеристиките на въздушен
винт при малки числа на Рейнолдс в условия на екранен ефект”

Член на научното жури: доц. д-р инж. Цветелина Владимирова Велкова,
ВВМУ „Н.Й. Вапцаров“

1. Актуалност на разработения проблем

Разработката разглежда изключително актуален в научно и приложно отношение проблем, свързан с въздушните винтове, работещи при малки числа на Рейнолдс и в условията на екранен ефект. Този проблем е особено важен в контекста на разрастването се използване на безпилотни летателни апарати и необходимостта от повишена прецизност в техния дизайн и управление при излитане, кацане и полет в близост до повърхности. Задачите, формулирани в дисертацията, отразяват добре избран фокус върху практически приложими и научно значими аспекти от проблематиката.

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

Авторът демонстрира задълбочено познаване на състоянието на изследвания проблем, като обобщава голям обем съвременна научна литература, включваща изследвания с различен характер – експериментални, числени и аналитични. Представената литература е адекватно интерпретирана, а сравнителният анализ е задълбочен и навременен.

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

Избраната методика съчетава експериментален и числен подход, включително разработване на собствен хибриден модел, базиран на елементно-импулсен и емпиричен подход. Тази методология е напълно

адекватна спрямо поставените цели и задачи и води до надеждни и значими резултати. Използването на MATLAB за числено моделиране и реализацията на две независими експериментални методологии е особено ценно.

- 4. Научни и/или научно приложни приноси на дисертационния труд:**
формулиране и обосновка на нов научен проблем (област);
формулиране и обосновка на нова теория (хипотеза); доказване с
нови средства на съществени нови страни в съществуващи
научни проблеми и теории; създаване на нови класификации,
методи на изследване, нови конструкции, технологии, препарати,
схеми за лечение и т.н.; получаване и доказване на нови факти;
получаване на потвърдителни факти; значими
художественотворчески постижения. Характер на приносите за
внедряване: методи, конструкции, технологии, препарати, схеми,
художествено творчество и т.н. Значимост на приносите за
науката и практиката.

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 ($\frac{H}{R}$) и на честотата на въртене (n). Изследваните изходни параметри са:

създаваната от въздушния винт теглителна сила (T), съпротивителният момент (Q), както и техните коефициенти (c_T) и (c_Q).

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 (T), на съпротивителната мощност (P) и на съответстващите им относителни коефициенти ($\frac{c_T}{\sigma}$) и ($\frac{c_P}{\sigma}$) при вариация на комплекс от параметри: ъгълът на поставяне на елементите на лопатите (θ) и относителното разстояние от равнината на въртене на винта до екрана ($\frac{H}{R}$).
4. Осъществено е експериментално определяне на аеродинамичните характеристики на мултикоптерен въздушен винт при работа в условия на екранен ефект. Оценени са значенията на създаваната теглителната сила (T), съпротивителната мощност (P) при вариация на честотата на въртене (n), относителното разстояние до екранната повърхност ($\frac{h}{R}$) и на ъгъла на наклона на равнината на въртене (δ).
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.

- **Формулиране и обосновка на нов научен проблем**

Дисертацията адресира недостатъчно изследван научен проблем: влиянието на екранен ефект върху въздушни винтове при малки числа на Рейнолдс, с приложение при БЛА. Това е нов контекст на добре познато явление в специфични условия.

- **Формулиране и обосновка на нова теория (хипотеза)**

Изградена е хипотеза за поведението на аеродинамичните характеристики в условия на екранен ефект, която се потвърждава чрез числено и експериментално моделиране.

- **Доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни проблеми и теории**

Предложен е иновативен хибриден модел (емпиричен + елементно-импулсен) и е валидиран чрез експеримент. Това е нов начин за анализ на познат проблем – екранния ефект.

- ***Създаване на нови методи на изследване***

Създадена е нова експериментална методология и нов числен хибриден алгоритъм, имплементирани в MATLAB среда.

- ***Получаване и доказване на нови факти***

- Определени са нови зависимости между относителното разстояние до повърхността и коефициентите на теглителна сила и мощност.
- Показано е, че ефектът на повърхността намалява значително при увеличаване на ъгъла на наклон на равнината на въртене (за мултикоптери).
- Доказана е ефективността на хибриден модел при ниски числа на Рейнолдс, където класическите модели не дават точни резултати.

- ***Получаване на потвърдителни факти***

Резултатите от симулациите с новия модел са в значително съответствие с данни от предходни международни изследвания, цитирани и анализирани в дисертацията.

- ***Характер на приносите за внедряване***

Разработената експериментална и числена методология може да бъде внедрена в:

- системи за проектиране и симулация на БЛС,
 - разработка на автоматизирани системи за излитане и кацане,
 - симулационни платформи за обучение и тестване на въздушни винтове,
 - аеродинамични оптимизации на роторни системи в ограничени пространства.
- ***Значимост на приносите за науката и практиката***

За науката: трудът допринася към развитието на нови модели и експериментални техники в областта на авиационната аеродинамика при ниски Re .

За практиката: резултатите имат пряко приложение в дизайна на дронове и хеликоптери, особено при вземане на решения, свързани с близостта до повърхности и ефективно управление на енергията.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани. Отражение в науката – използване и цитиране от други автори, в други лаборатории, страни и пр.

Към дисертационния труд са представени 4 на брой публикации, в които част от резултатите са публикувани в реферирани издания в световно известната база данни и научни конференции. Това показва добра научна активност и приемственост на резултатите в академичната общност. Докторантът участва в конкурса за заемане на ОНС „доктор“ с общо 4 на брой публикации по дисертация при изискуеми 3 на брой, с което постига максималния брой точки и удовлетворя наукометрични показатели.

6. Мнения, препоръки и бележки.

Дисертацията е ясно структурирана и обоснована. Възможна бъдеща насока на изследване би могла да включва изследване на ефекта от различни типове препятствия и турбулентни условия върху работата на винта. Може да се обмисли разширение на изследването с реални летателни експерименти или в по-сложни симулационни среди.

7. Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд.

Дисертационният труд отговаря на изискванията за оригинално научно изследване, има ясна приложимост и съдържа значими приноси в областта на въздушния транспорт. Ас. инж. Габриел Венелинов Георгиев удовлетворява минималните наукометрични показатели за заемане на ОНС „доктор“ от ЗРАСРБ. Въз основа на представения научен труд, съдържащите се в него научно-приложни и приложни приноси и предвид тяхната значимост, намирам за основателно да предложа кандидатът ас. инж. Габриел Венелинов Георгиев да заеме ОНС „доктор“ в катедра Въздушен транспорт, Транспортен факултет от ТУ-София, в научна област: 5. Транспорт, професионално направление: 5.5 Транспорт, корабоплаване и авиация, научна специалност: Навигация, управление и експлоатация на въздушния транспорт.

Дата: 15.05.2025 г.

ЧЛЕН НА ЖУРИТО:

(доц. д-р инж. Двигелина Велкова)

Върно с оригинала





STATEMENT

on a dissertation for obtaining the educational and scientific degree "Doctor" / scientific degree "Doctor of Science"

Author of the dissertation: Gabriel Venelinov Georgiev

Topic of the dissertation: "Research of propeller characteristics at low Reynolds numbers underground effect conditions"

Member of the Scientific Jury: Assoc. Prof. Dr. Eng. Tsvetelina Vladimirova Velkova,
Nikola Vaptsarov Naval Academy

1. Relevance of the developed problem

The work addresses a problem of exceptional scientific and applied relevance, related to propellers operating at low Reynolds numbers and under ground effect conditions. This problem is particularly important in the context of the expanding use of unmanned aerial vehicles and the need for increased precision in their design and control during take-off, landing, and flight close to surfaces. The tasks formulated in the dissertation reflect a well-chosen focus on practically applicable and scientifically significant aspects of the problem.

2. Degree of knowledge of the problem and creative interpretation of the literary material.

The author demonstrates in-depth knowledge of the state of the researched problem, summarizing a large volume of contemporary scientific literature, including experimental, numerical, and analytical studies of various nature. The presented literature is adequately interpreted, and the comparative analysis is thorough and timely.

3. Correspondence of the chosen research methodology and the stated goal and objectives of the dissertation with the achieved contributions.

The chosen methodology combines experimental and numerical approaches, including the development of a proprietary hybrid model based on an element-momentum and empirical approach. This methodology is fully adequate for the stated goals and objectives and leads to reliable and significant results. The use of MATLAB for numerical modeling and the implementation of two independent experimental methodologies is particularly valuable.

4. Scientific and/or scientific-applied contributions of the dissertation:

formulation and substantiation of a new scientific problem (field); formulation and substantiation of a new theory (hypothesis); proving with new means significant new aspects in existing scientific problems and theories; creation of new classifications, research methods, new constructions, technologies, preparations, treatment schemes, etc.; obtaining and proving new facts; obtaining confirmatory facts; significant artistic and

creative achievements. Nature of contributions for implementation: methods, constructions, technologies, preparations, schemes, artistic creativity, etc. Significance of contributions for science and practice.

Scientific-applied contributions

1. A methodology for experimentally determining the aerodynamic characteristics of two propellers operating under ground effect conditions has been created.
2. An innovative hybrid algorithm for studying the characteristics of propellers operating under ground effect conditions has been proposed.
3. Numerical modeling of the aerodynamic characteristics of a propeller operating under ground effect conditions has been carried out by integrating empirical corrections related to the relative velocity coefficient in the plane of rotation of the propeller (C_T) into the model.

Applied contributions

1. Experimental determination of the aerodynamic characteristics of a propeller under ground effect conditions has been performed with variation of a complex set of parameters: the blade pitch angle (Θ), the relative distance from the plane of rotation of the propeller to the ground surface (RH), and the rotational frequency (n). The investigated output parameters are: the thrust generated by the propeller (T), the torque (Q), as well as their coefficients (C_T) and (C_Q).
2. The methodological sequence of the proposed hybrid model has been recreated in a MATLAB environment with the main task of conducting calculations.
3. A hybrid element-momentum model with empirical corrections has been applied with the main task of numerically determining the aerodynamic characteristics of a propeller under ground effect conditions. The values of thrust (T), power (P), and their corresponding relative coefficients (σC_T) and (σC_P) have been calculated with variation of a complex set of parameters: the blade pitch angle (Θ) and the relative distance from the plane of rotation of the propeller to the ground (RH).
4. Experimental determination of the aerodynamic characteristics of a multicopter propeller operating under ground effect conditions has been carried out. The values of the generated thrust (T) and power (P) have been evaluated with variation of the rotational frequency (n), the relative distance to the ground surface (Rh), and the angle of inclination of the plane of rotation (δ).
5. An assessment of the zone of presence of ground effect for both investigated propellers and the influence of the ground surface on the main operational parameters of the propellers when operating in the ground effect zone has been presented.

Formulation and substantiation of a new scientific problem

The dissertation addresses an insufficiently researched scientific problem: the influence of ground effect on propellers at low Reynolds numbers, with application to UAVs. This is a new context of a well-known phenomenon under specific conditions.

Formulation and substantiation of a new theory (hypothesis)

A hypothesis for the behavior of aerodynamic characteristics under ground effect conditions has been built, which is confirmed through numerical and experimental modeling.

Proving with new means significant new aspects in existing scientific problems and theories

An innovative hybrid model (empirical + element-momentum) has been proposed and validated through experiment. This is a new way to analyze a known problem – the ground effect.

Creation of new research methods

A new experimental methodology and a new numerical hybrid algorithm, implemented in a MATLAB environment, have been created.

Obtaining and proving new facts

- New dependencies between the relative distance to the surface and the thrust and power coefficients have been determined.
- It has been shown that the surface effect significantly decreases with an increase in the angle of inclination of the plane of rotation (for multicopters).
- The effectiveness of a hybrid model at low Reynolds numbers, where classical models do not yield accurate results, has been proven.

Obtaining confirmatory facts

The results of simulations with the new model are in significant agreement with data from previous international studies cited and analyzed in the dissertation.

Nature of contributions for implementation

The developed experimental and numerical methodology can be implemented in:

- UAV design and simulation systems,
- development of automated take-off and landing systems,
- simulation platforms for training and testing of propellers,
- aerodynamic optimizations of rotor systems in confined spaces.

Significance of contributions for science and practice

For science: the work contributes to the development of new models and experimental techniques in the field of aviation aerodynamics at low Re. For practice: the results have direct application in the design of drones and helicopters, especially in decision-making related to proximity to surfaces and effective energy management.

5. Assessment of publications on the dissertation:

number, nature of the publications in which they are printed. Reflection in science – use and citation by other authors, in other laboratories, countries, etc.

The dissertation is accompanied by 4 publications, some of the results of which have been published in peer-reviewed journals in world-renowned databases and scientific conferences. This demonstrates good scientific activity and acceptance of the results in the academic community. The doctoral student participates in the competition for the educational and scientific degree "Doctor" with a total of 4 publications on the dissertation, exceeding the requirement of 3 publications, thus achieving the maximum number of points and satisfying the scient metric indicators.

6. Opinions, recommendations, and notes.

The dissertation is clearly structured and well-founded. A possible future direction of research could include investigating the effect of different types of obstacles and turbulent conditions on propeller operation. Consideration could be given to expanding the research with real flight experiments or in more complex simulation environments.

7. Conclusion with a clear positive or negative assessment of the dissertation.

The dissertation meets the requirements for original scientific research, has clear applicability, and contains significant contributions in the field of air transport. Assist. Eng. Gabriel Venelinov Georgiev satisfies the minimum scientometric indicators for obtaining the educational and scientific degree "Doctor" under the Law on the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria. Based on the presented scientific work, the scientific-applied and applied contributions contained therein, and in view of their significance, I find it reasonable to propose that the candidate Assist. Eng. Gabriel Venelinov Georgiev be awarded the educational and scientific degree "Doctor" in the Department of Air Transport, Faculty of Transport at Technical University of Sofia, in the scientific field: 5. Transport, professional field: 5.5 Transport, Shipping and Aviation, scientific specialty: Navigation, Management and Operation of Air Transport.

Date: 15.05.2025

MEMBER OF THE JURY:

(Assoc. Prof. Dr. Eng. Tsvetelina Velkova)

Варто с одобрение!

