# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0821U100619

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 20-04-2021

**Статус:** Захищена

**Реквізити наказу МОН / наказу закладу:**

## II. Відомості про здобувача

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Дивнич Василь Миколайович

2. Dyvnych Vasyl Mykolaiovych

**Кваліфікація:**

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Вид дисертації:** доктор філософії

**Аспірантура/Докторантура:** так

**Шифр наукової спеціальності:** 151

**Назва наукової спеціальності:** Автоматизація та приладобудування. Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології

**Галузь / галузі знань:**

**Освітньо-наукова програма зі спеціальності:** Не застосовується

**Дата захисту:** 12-04-2021

**Спеціальність за освітою:** Комп'ютеризовані системи управління та автоматика

**Місце роботи здобувача:** Державне підприємство "Державне Київське конструкторське бюро "Луч"

**Код за ЄДРПОУ:** 14308776

**Місцезнаходження:** вул. Мельникова, буд. 2, м. Київ, 04050, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Державний комітет промислової політики України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## III. Відомості про організацію, де відбувся захист

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** ДФ 26.062.003

**Повне найменування юридичної особи:** Національний авіаційний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 01132330

**Місцезнаходження:** проспект Любомира Гузара, буд. 1, м. Київ, 03058, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

**Повне найменування юридичної особи:** Національний авіаційний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 01132330

**Місцезнаходження:** проспект Любомира Гузара, буд. 1, м. Київ, 03058, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## V. Відомості про дисертацію

**Мова дисертації:**

**Коди тематичних рубрик:** 50.45, 59.33

**Тема дисертації:**

1. Удосконалення лазерного допплерівського вимірювача швидкості аеро та гідродинамічних потоків.

2. Improvement of Laser Doppler Velocimeter for Aero/Hydrodynamic Flows

**Реферат/анотація:**

1. Розглянуті питання удосконалення лазерного допплерівського вимірювача швидкості (ЛДВШ) аеро та гідродинамічних потоків. В дисертації проведені наукові дослідження, які направлені на зменшення похибки вимірювання. Розроблена математична модель формування сигналу у оптико-електронному тракті лазерного допплерівського вимірювача швидкості диференціального типу. Модель сигналу враховує вплив узгодження розсіяного випромінювання за інтенсивністю та станом поляризації. Окрім цих параметрів розсіяного випромінювання на глибину модуляції та відношення сигнал/шум впливає ступінь узгодження «елементарних» допплерівських сигналів за фазою. Глибина модуляції допплерівського сигналу визначається добутком коефіцієнтів амплітудного, поляризаційного та фазового узгодження. Ці коефіцієнти можуть змінюватись в межах від 0 до 1. Зменшити ступінь неузгодженості сигналу за інтенсивністю, поляризацією та фазою можна за рахунок використання фільтру, який потрібно встановлювати замість апертурної діафрагми. Це дозволить підвищити глибину модуляції, відношення сигнал/шум та зменшити похибку вимірювання швидкості. Розроблена конструкція та виготовлена оптична частина

експериментального лазерного допплерівського вимірювача швидкості на основі потужного діоду з низькою ступеню когерентності випромінювання. Проведено експериментальне дослідження впливу інтенсивності розсіяного випромінювання на глибину модуляції допплерівського сигналу. Експериментально підтверджений метод збільшення глибини модуляції допплерівського сигналу за рахунок узгодження інтенсивності розсіяного випромінювання. В дисертаційній роботі отримані наступні наукові результати: - розроблений метод зменшення похибки лазерного допплерівського вимірювача швидкості шляхом просторової фільтрації розсіяного випромінювання, яке має низьку ступінь узгодження за інтенсивністю; - розроблений метод зменшення похибки лазерного допплерівського вимірювача швидкості шляхом просторової фільтрації розсіяного випромінювання, яке має низький ступінь узгодження за поляризацією; - розроблений метод зменшення похибки лазерного допплерівського вимірювача швидкості шляхом просторової фільтрації розсіяного випромінювання, прийом якого приводить до формування на виході фотоприймача сигналів, що знаходяться у протифазі; - розроблена структура лазерного допплерівського вимірювача швидкості, в якому відбувається компенсація низькочастотної складової допплерівського сигналу. Практичне значення результатів дисертаційної роботи полягає в наступному. - розроблений метод за допомогою якого можна визначити форму фільтра. Використання такого фільтру в лазерному допплерівському вимірювачі швидкості, в якому розсіяне випромінювання приймається вперед підвищує його узгодження за інтенсивністю, глибину модуляції, відношення сигнал/шум та зменшує похибку вимірювання; - розроблений метод за допомогою якого можна визначити форму фільтра. Використання такого фільтру в лазерному допплерівському вимірювачі швидкості, в якому розсіяне випромінювання приймається назад підвищує його узгодження за поляризацією, глибину модуляції, відношення сигнал/шум та зменшує похибку вимірювання; - розроблений метод за допомогою якого можна визначити форму фільтра. Використання такого фільтру дозволяє підвищити ступінь узгодження «елементарних» допплерівських сигналів за фазою. Глибину модуляції, відношення сигнал/шум та зменшити похибку вимірювання швидкості потоку; - розроблені структури лазерних допплерівських вимірювачів призначених для вимірювання двох та трьох компонент вектора швидкості відповідно до специфіки проведення вимірювань; - розроблена структура лазерного вимірювача, який призначений для застосування в таких технологічних процесах де одночасно потрібно вимірювати швидкість та довжину, наприклад при виготовлені електричного кабелю, під час прокату металу та в інших технологічних процесах; - розроблена структура лазерного лічильника аерозолів, який призначений для визначення розподілу аерозолів за розміром під час контролю якості повітря у виробничих приміщеннях електронної та фармацевтичної промисловості; - розроблена структура лазерного допплерівського вимірювача двох компонент вектора швидкості вібрації призначеного для застосування під час стендових досліджень авіадвигунів, енергетичного обладнання та іншої техніки; - розроблена структура лазерного вимірювача двох компонент вектора істинної повітряної швидкості безпілотного літального апарату. Ключові слова: вимірювання, швидкість, аеро та гідродинамічний, потік, лазер, допплерівський, похибка, глибина модуляції, сигнал/шум, інтенсивність, поляризація, фаза, розсіяння.

2. In the dissertation, scientific research was conducted that aimed at reducing the measurement error. A mathematical model of LDV signal in the optoelectronic path has been developed. The model is based on the theory of Mie scattering. The signal model takes into account the effect of matching the scattered radiation on the intensity and state of polarization. In addition to these parameters of scattered radiation, the degree of phase matching of the "elementary" Doppler signals is also affects the modulation depth and the signal-to-noise ratio. The depth of modulation of the Doppler signal is determined by the product of the coefficients of the amplitude, polarization and phase matching. These coefficients can vary from 0 to 1. The studies that were carried out in the work showed the following. Reduction of the degree of scattered radiation phase, polarization and intensity inconsistency can be achieved by using a filter that must be installed instead of the receiving diaphragm. This will improve visibility, signal-to-noise ratio and accuracy of flow rate measurement. The optical parts of the experimental LDA were developed and manufactured using a high-power laser diode with a low degree of radiation coherence. An optoelectronic converter has been developed to convert low-intensity frequency

modulated radiation. It uses an avalanche photodiode and a sensitive broadband photocurrent amplifier. The effect of scattered radiation intensity on the modulation depth of the Doppler signal was experimentally investigated. The method for increasing modulation depth of the Doppler signal by matching the intensity of the scattered radiation is experimentally confirmed. In the thesis the following new scientific results are obtained: - it is first proposed to increase the modulation depth of the Doppler signal, SNR and the accuracy of the laser Doppler velocimeter (LDV) by filtering scattered radiation, which has a low degree of intensity matching; - it is first proposed to increase the modulation depth of the Doppler signal, SNR and the accuracy of the LDV by filtering scattered radiation, which has a low degree of polarization matching; - for the first time, it is proposed to increase the modulation depth of the Doppler signal, SNR and the accuracy of the LDV by filtering scattered radiation, which results in the output of the photodetector signals in counter-phase; The practical significance of the thesis results are: - a technique has been developed to determine the shape of the filter. The use of such a filter in LDV with the reception of forward scattered radiation increases the intensity coordination degree of radiation, the modulation depth of the Doppler signal, SNR and measurement accuracy of the flow velocity; - a technique has been developed to determine the shape of a filter. Using such a filter in the LDV with back scattering radiation increases the degree of polarization of the radiation, the modulation depth of the Doppler signal, the signal-to-noise ratio, and the accuracy of the flow velocity measurement; - a technique was developed to determine the shape of the filter. The use of such a filter in increasing the degree of harmonization of "elementary" Doppler signals by phase, the modulation depth of the Doppler signal, the signal-to-noise ratio and the accuracy of flow velocity measurement; - two and three component laser Doppler velocity meters, the structures of which have been developed in the work, are intended to measure the flow velocity according to the specifics of the measurement; - laser Doppler velocity and length meter, the structure of which is designed in the work, is intended for use in those technological processes where it is necessary to measure the speed of solid surfaces and their length. For example, wire during its wiring, electrical cables, rolling in metallurgical production and other production processes; - laser Doppler aerosol counter, the structure of which is designed in the work, is intended for use in those technological processes where it is necessary to determine the quantitative distribution of aerosols by size. For example, to control the state of the air in industrial premises of the electronics and pharmaceutical industries; - laser Doppler meter of two components of vibration velocity, the structure of which is developed in the work is intended for the study of the nature of vibration during bench tests of aircraft engines, as well as during the study of vibration of power equipment units, automobile engines and other equipment; - laser Doppler meter of two components true airspeed of unmanned aerial vehicle the structures was developed.
Keywords: measurement, velocity, aero/hydrodynamic flow, laser, Doppler, error, modulation depth, signal/noise ratio, intensity, polarization, phase, scattering.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:**

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:**

**Підсумки дослідження:**

**Публікації:**

**Наукова (науково-технічна) продукція:**

**Соціально-економічна спрямованість:**

**Охоронні документи на ОПІВ:**

**Впровадження результатів дисертації:**

**Зв'язок з науковими темами:**

## VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Азарсков Валерій Миколайович

2. Azarskov Valeriy Mykolaiovych

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.22.13

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Боровицький Володимир Миколайович

2. Borovytskyi Volodymyr Mykolaiovych

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.11.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Осадчий Сергій Іванович

2. Osadchyi Serhii Ivanovych

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.13.07

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Сущенко Ольга Андріївна
2. Sushchenko Olha Andriivna

**Кваліфікація:** д. т. н., 05.13.12

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Чіковані Валерій Валер'янович
2. Chikovani Valerii Valerianovych

**Кваліфікація:** д.т.н., 05.11.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:**

**Код за ЄДРПОУ:**

**Місцезнаходження:**

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

## VIII. Заключні відомості

| | |
|---|---|
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради** | Тачиніна Олена Миколаївна |
| **Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні** | Тачиніна Олена Миколаївна |
| **Відповідальний за підготовку облікових документів** | |
| **Реєстратор** | |
| **Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності** | Юрченко Т.А. |