

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**Факультет радиофизики и компьютерных технологий**  
**Кафедра интеллектуальных систем**

Аннотация к магистерской диссертации

**«Автоматизированный оптический профилометр с наклонно  
падающим сканирующим лазерным пучком»**

специальность 1-31 80 07 «Радиофизика»

Балыкин Игорь Валерьевич

Научный руководитель: Рыжевич Анатолий Анатольевич, кандидат  
физ.-мат. наук

Минск, 2020

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

Магистерская диссертация в объеме 149 страниц содержит 94 рисунка, 24 таблицы, 7 приложений, 57 источников.

Ключевые слова: ОПТИЧЕСКАЯ ПРОФИЛОМЕТРИЯ, ЛАЗЕРНЫЙ СВЕТОВОЙ ПУЧОК, ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.

Объект исследования – автоматизированное профилометрическое устройство с наклонным падением сканирующего астигматического лазерного светового пучка.

Цель работы: разработать и изготовить профилометрическое устройство с наклонным падением сканирующего астигматического лазерного светового пучка, оптимизировать варьируемые параметры оптической схемы и внедрить технологии автоматизации в процессы юстировки и калибровки устройства.

Работа объединяет экспериментальные и теоретические исследования. Значительная часть работы посвящена практическим вопросам проектирования и автоматизации оптико-механических устройств. Получены следующие результаты:

- Разработаны высокопроизводительные программные процедуры для оценки параметров и последующего анализа наблюдаемого распределения интенсивности

- Предложен и экспериментально апробирован метод юстировки фокусирующей линзы в профилометрическом устройстве

- Разработан пакет конструкторской документации для профилометрического устройства с использованием современных средств автоматизации проектирования и 3D-моделирования

- Разработан пакет прикладных программ с графическим интерфейсом для управления профилометрическим устройством, обеспечивающий автоматизацию процесса сканирования поверхности, обработки полученных данных и построения профилограмм

- На основе полученных в ходе работы результатов и исследований разработано и изготовлено улучшенное профилометрическое устройство для изучения формы поверхностей плоских изделий, обеспечивающее точность 10 мкм при диапазоне измерений глубины в 9,5 мм

Результаты данной работы могут найти применение при решении прикладных задач диагностики поверхностей материалов и изделий, а также проектирования профилометрических устройств. Разработанный метод юстировки цилиндрических линз может быть использован при сборке оптических схем в научных и производственных лабораториях.

# АГУЛЬНАЯ ХАРАКТАРЫСТЫКА РАБОТЫ

Магістарская дысертацыя ў аб'ёме 149 старонак змяшчае 94 малюнка, 24 табліцы, 7 дадатакаў, 57 крыніц.

Ключавыя словы: аптычныя прафіламетрыя, лазерныя светлавыя пучкі, шурпатасць паверхні, аўтаматызацыя аптычнага эксперыменту.

Аб'ект даследавання – аўтаматызаваная прафіламетрычнае прыстасаванне з нахільным падзеннем сканіруючага астыгматычнага лазернага светлавога пучка.

Мэта працы: распрацаваць і вырабіць прафіламетрычнае прыстасаванне з нахільным падзеннем сканіруючага астыгматычнага лазернага светлавога пучка, аптымізаваць параметры аптычнай схемы і ўкараніць тэхналогію аўтаматызацыі ў працэсы юсіроўкі і каліброўкі прыстасавання.

Праца аб'ядноўвае эксперыментальныя і тэарэтычныя даследаванні. Значная частка працы прысвечана практычным пытанням праектавання і аўтаматызацыі аптыка-механічных прыстасаванняў і прыбораў. Атрыманы наступныя вынікі:

– Распрацаваны высокапрадуктыўныя праграмныя працэдуры для ацэнкі параметраў і наступнага аналізу зарэгістраванага размеркавання інтэнсіўнасці

– Прапанаваны і эксперыментальна апрабаваны метады юсіроўкі факуючай лінзы ў прафіламетрычным прыстасаванне

– Распрацаваны пакет канструктарскай дакументацыі для прафіламетрычнага прыстасавання з выкарыстаннем сучасных сродкаў аўтаматызацыі праектавання і 3D-мадэлявання

– Распрацаваны пакет прыкладных праграм з графічным інтэрфейсам для кіравання прафіламетрычным прыстасаваннем, які забяспечвае аўтаматызацыю працэсу сканавання паверхні, апрацоўкі атрыманых дадзеных і пабудовы прафілаграм

– На аснове атрыманых у ходзе работы вынікаў і даследаванняў распрацавана і выраблена палепшанае прафіламетрычнае прыстасаванне для вывучэння формы паверхняў плоскіх вырабаў, якое забяспечвае дакладнасць 10 мкм пры дыяпазоне вымярэнняў глыбіні ў 9,5 мм

Вынікі гэтай працы могуць знайсці прымяненне пры вырашэнні прыкладных задач дыягностыкі паверхняў матэрыялаў і вырабаў, а таксама праектавання прафіламетрычных прыстасаванняў і прыбораў. Распрацаваны метады юсіроўкі цыліндрычных лінзаў можа быць выкарыстаны пры зборцы аптычных схем у навуковых і вытворчых лабараторыях. Распрацаванае праграмнае забеспячэнне таксама можа знайсці прымяненне ў прыкладных задачах аптычнай дыягностыкі.

## **GENERAL CHARACTERISTIC OF WORK**

Master's thesis consists of 149 pages and contains 94 figures, 24 tables, 7 appendices, 57 sources.

Keywords: OPTICAL PROFILOMETRY, LASER LIGHT BEAM, SURFACE ROUGHNESS, OPTICAL EXPERIMENT AUTOMATION

Object of studies – automated profilometric device with oblique scanning astigmatic laser light beam.

Aim of studies: develop and produce profilometric device with an oblique incidence of a scanning astigmatic laser light beam, optimize the variable parameters of the optical scheme and introduce automation technologies in the adjustment and calibration of the device.

Thesis combines experimental and theoretical studies. Substantial part of work is dedicated to practical questions of design and automation of optical-mechanical devices. Following results acquired:

- High-performance software procedures have been developed for parameter estimation and subsequent analysis of the observed intensity distribution

- A method for aligning a focusing lens in a profilometric device is proposed and experimentally tested

- A package of design documentation for a profilometric device using modern design automation and 3D modeling tools has been developed

- A software package with a graphical interface for controlling a profilometric device has been developed, which provides automation of the surface scanning process, processing of the obtained data, and generation of profilograms

- On the basis of the results obtained during research, an improved profilometric device for studying the shape of the surfaces of flat products was developed and manufactured, providing accuracy of 10  $\mu\text{m}$  with a measuring range of depth of 9,5 mm

The results of this work can find application in solving applied problems of surface diagnostics of materials and products, as well as the design of profilometric devices. The developed method for aligning cylindrical lenses can be used in the assembly of optical circuits in scientific and production laboratories. The developed software can also find use in applied problems of optical diagnostics.