

УДК 004.932.2

ЦИФРОВАЯ ФИЗИКА: ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ OPENCV

К. Н. ЛУКЬЯНОВА, М. И. БЫЧКОВА

Научный руководитель П. Я. ЧУДАКОВСКИЙ, канд. физ.-мат. наук

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

С развитием цифровых технологий и доступностью качественных камер появилась возможность применить компьютерное зрение. Это направление на стыке информатики, математики и физики изучает методы автоматического извлечения количественной информации из цифровых изображений. В контексте физического эксперимента компьютерное зрение позволяет превратить обычную веб-камеру или фотографию в точный измерительный инструмент, способный регистрировать положения объектов и их скорости, деформации, распределения интенсивности и другие параметры с высокой точностью и воспроизводимостью.

В настоящей работе рассматривается приложение для рабочего стола, разработанное на языке C# с использованием платформы .NET 9.0 и интерфейса WPF (Windows Presentation Foundation). Программа предназначена для автоматизации обработки данных физического эксперимента методами компьютерного зрения. Комплекс преобразует обычные фотографии и видеопоток с веб-камеры в количественные измерительные данные, снижает влияние человеческого фактора и ускоряет получение результатов.

Относительно стека технологий отметим, что выбор языка программирования C# и платформы .NET 9.0 обусловлен высокой производительностью, современной поддержкой асинхронных операций и удобством разработки десктопных приложений. Кроме того, интерфейс WPF с разметкой XAML (eXtensible Application Markup Language) позволяет создавать гибкие, масштабируемые и визуально привлекательные интерфейсы с аппаратным ускорением графики. Для того чтобы использовать оптимизированные алгоритмы обработки изображений (фильтрация, детектирование границ, поиск контуров, морфологические операции), использовалась библиотека OpenCV, а точнее OpenCvSharp4 – обёртка над библиотекой OpenCV для C# [1, 2].

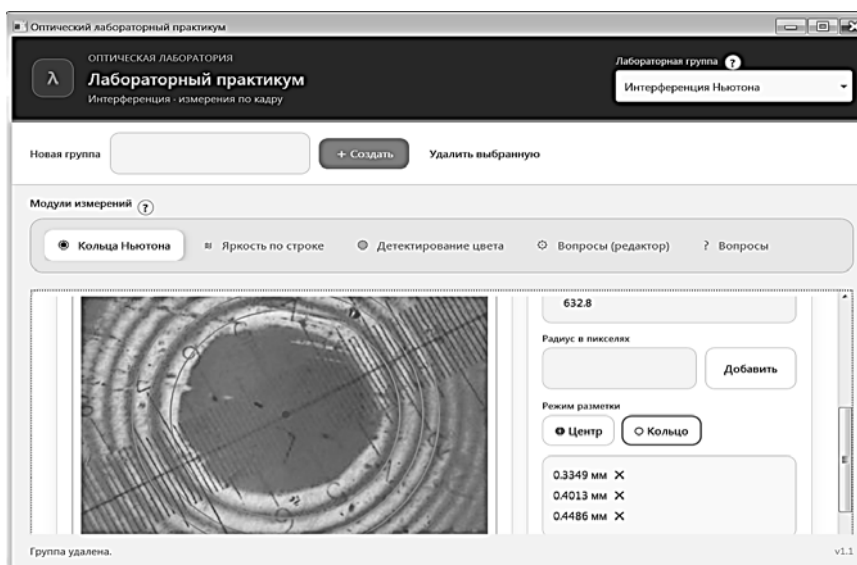
В архитектуру приложения заложен паттерн MVVM (Model-View-ViewModel), что позволяет разделить логику, интерфейс и данные, упростить тестирование, а также поддержку и расширение приложения.

Сочетание классов WriteableBitmap и Dispatcher позволяет эффективно отображать видеопоток и динамические графики без блокировки пользовательского интерфейса.

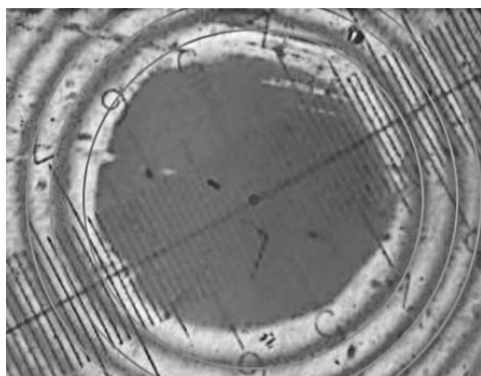
Программный комплекс разделён на независимые модули, каждый из которых решает конкретную задачу. Все модули используют общую систему калибровки, единый интерфейс визуализации и механизмы сохранения

результатов. Представленные далее рисунки демонстрируют некоторые функциональные возможности программного комплекса. Так, на рис. 1, а изображены окно «Оптический лабораторный практикум» и интерфейс модуля «Кольца Ньютона», предназначенного для обработки цифровых изображений, полученных в ходе классического эксперимента с плосковыпуклой линзой, плоскопараллельной пластиной и микроскопом для наблюдения интерференционных колец Ньютона в отраженном свете. На рис. 1, б представлен увеличенный фрагмент обработки колец Ньютона. Рис. 1, в демонстрирует результат обработки, т. е. значения радиусов колец, которые в свою очередь позволяют оценить радиус кривизны линзы.

а)



б)



в)

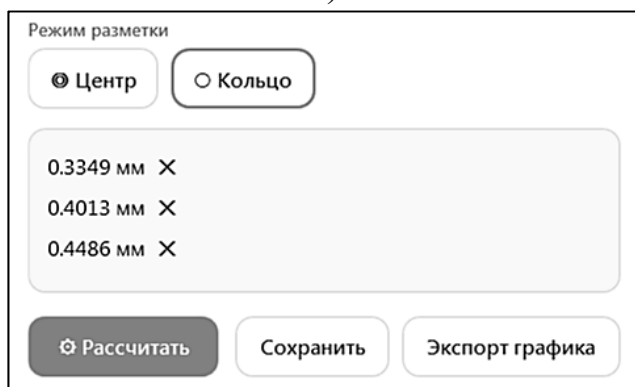


Рис. 1. Демонстрация модуля, используемого для обработки цифрового изображения интерференционной картины, в ходе выполнения лабораторного физического практикума

На рис. 2 представлен результат работы модуля, предназначенного для восстановления одномерного распределения интенсивности света, что представляет интерес, например, для оптической интерферометрии, дифрактометрии, физики лазерных пучков. На рис. 2, а приведена интерференционная картина, а на рис. 2, б – фрагмент одномерного распределения интенсивности света.

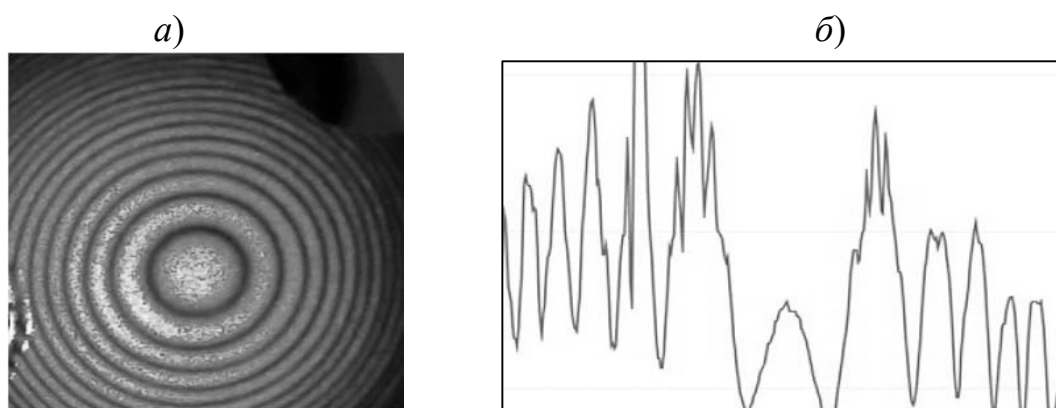


Рис. 2. Восстановление одномерного распределения интенсивности света в интерференционной картине

Работа программы с видеопотоками представлена на рис. 3. Кроме того, программа способна осуществлять трекинг объектов, покадровый захват, калибровку масштаба.

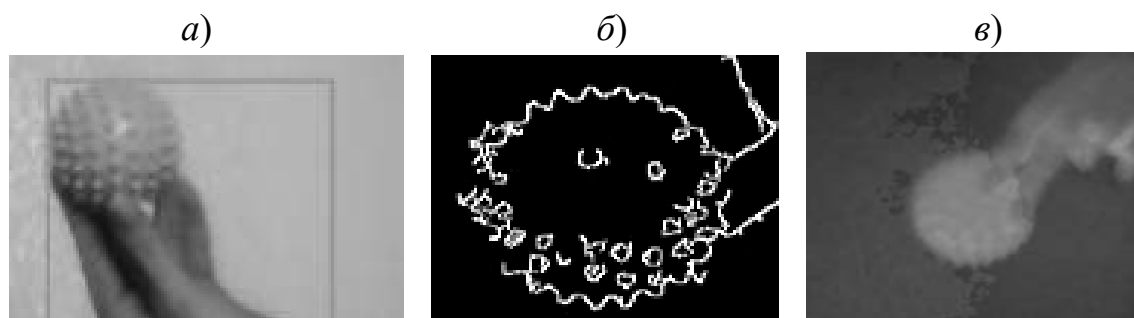


Рис. 3. Детектирование объекта (а), обнаружение контуров объекта (б), отображение объекта в псевдоцвете (в)

Таким образом, разработанный программный комплекс объединяет оптическую диагностику, кинематический трекинг и фотометрический анализ в одном удобном интерфейсе, работающем на стандартном оборудовании. Приложение может быть использовано в образовательном процессе высшей школы при проведении лабораторных работ, а также в научных целях, где требуется быстрая и надёжная обработка визуальных данных. Дальнейшее развитие проекта направлено на расширение функционала, улучшение пользовательского опыта и адаптацию под новые платформы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. OpenCvSharp4 : пакет NuGet. – URL: <https://www.nuget.org/packages/OpenCvSharp4/> (дата обращения: 12.05.2026).
2. OpenCV Documentation: официальная документация библиотеки. – URL: <https://docs.opencv.org/4.x/> (дата обращения: 12.05.2026).