

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра квантовой радиофизики и оптоэлектроники

Аннотация к дипломной работе

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ЭРИТРОЦИТОВ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Сазонов Денис Николаевич

Научный руководитель – профессор Кугейко М.М.

Минск, 2025

РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 38 страниц, 10 рисунков, 22 источника, 2 таблицы.

Ключевые слова: ПРОТОЧНАЯ ЦИТОМЕТРИЯ, МИКРОСКОПИЯ, СПЕКТРАЛЬНАЯ МИКРОСКОПИЯ, СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ, МОДЕЛЬ ЭРИТРОЦИТА, МИКРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, РЕГРЕССИОННЫЕ СООТНОШЕНИЯ.

Объект исследования: микрофизические и спектроскопические параметрами эритроцитов.

Цель работы: исследование взаимосвязи между микрофизическими параметрами эритроцитов и их спектральными характеристиками посредством математического моделирования светорассеивающих свойств эритроцитов, разработка регрессионных моделей для определения микрофизических характеристик эритроцитов в крови человека на основе спектральных измерений коэффициентов ослабления.

Проведен обзор существующих оптических методов для исследования форменных элементов крови. Рассмотрены принципы работы, преимущества и недостатки таких методов, как проточная цитометрия, различные виды микроскопии, спектрофотометрия, спектральная микроскопия, оптическая когерентная томография и рамановская спектроскопия.

Рассмотрена методика определения гематокрита крови человека, основанная на использовании регрессионных соотношений между гематокритом и измеряемыми ОХ рассеянного оптического излучения.

Установлены коэффициенты регрессионных соотношений, связывающие определяемые микрофизические параметры эритроцитов с измеряемыми спектральными характеристиками.

Показано, что предлагаемая методика определения объемной концентрации (гематокрита) крови человека, основанная на использовании регрессионных соотношений между гематокритом и измеряемыми ОХ рассеянного и ослабленного оптического излучения является слабочувствительной к ошибкам измерения ОХ и дисперсии показателя преломления, позволяет с достаточно высокой точностью определять гематокрит в широком диапазоне его изменений – $CV = 0,2 \div 0,8$. Не требует использования априорной информации о показателе преломления и решения некорректных обратных задач, а значит, допускает возможность автоматизации измерений гематокрита. Спектрально-угловые измерения позволяют к тому же проводить измерения в цельной крови.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки измерительных систем диагностики форменных элементов крови, не требующих использования априорной информации при интерпретации измерительной информации, проведения калибровочных измерений.

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца: 38 старонак, 10 малюнкаў, 22 крыніцы, 2 табліцы.

Ключавыя словы: ПРАТОЧНАЯ ЦЫТАМЕТРЫЯ, МІКРАСКОПІЯ, СПЕКТРАЛЬНАЯ МІКРАСКОПІЯ, СПЕКТРАФАТАМЕТРЫЯ, МАДЭЛЬ ЭРЫТРАЦЫТА, МІКРАФІЗІЧНЫЯ ПАРАМЕТРЫ, РЭГРЭСІЙНЫЯ СУАДНОСІНЫ.

Аб'ект даследавання: мікрафізічныя параметры эрытрацытаў і іх спектральныя характарыстыкі.

Мэта працы: даследаванне ўзаемасувязі паміж мікрафізічнымі параметрамі эрытрацытаў і іх спектральнымі характарыстыкамі пасродкам матэматычнага мадэлявання святлорасейных уласцівасцяў эрытрацытаў, распрацоўка рэгрэсійных мадэляў для вызначэння мікрафізічных характарыстык эрытрацытаў у крыві чалавека на аснове спектральных вымярэнняў каэфіцыентаў паслаблення.

Праведзены агляд існуючых аптычных метадаў для даследавання форменных элементаў крыві. Разгледжаны прынцыпы працы, перавагі і недахопы такіх метадаў, як праточная цытаметрыя, розныя віды мікраскопіі, спектрафатаметрыя, спектральная мікраскапія, аптычная карэнтавая тамаграфія і раманаўская спектраскапія.

Разгледжана методыка вызначэння гематокрита крыві чалавека, заснаваная на выкарыстанні рэгрэсійных суадносін паміж гематокритом і вымяранымі ОХ безуважлівага аптычнага выпраменьвання.

Устаноўлены каэфіцыенты рэгрэсійных суадносін, якія злучаюць вызначаныя мікрафізічныя параметры эрытрацытаў з вымяранымі спектральнымі характарыстыкамі.

Паказана, што прапанаваная методыка вызначэння аб'ёмнай канцэнтрацыі (гематокрита) крыві чалавека, заснаваная на выкарыстанні рэгрэсійных суадносін паміж гематокритом і вымяранымі ОХ безуважлівага і саслабленага аптычнага выпраменьвання з'яўляецца слабаадчувальнай да памылак вымярэння ОХ і дысперсіі паказчыка праламлення, дазваляе з дастаткова $CV = 0,2$ г $0,8$. Не патрабуе выкарыстання апрыёрнай інфармацыі аб $n(k)$, і рашэнні некарэктных зваротных задач, а значыць, дапушчае магчымасць аўтаматызацыі вымярэнняў гематокрита. Спектраль-накутнія вымярэння дазваляюць да таго ж праводзіць вымярэння ў суцэльнай крыві.

Атрыманыя вынікі могуць быць выкарыстаны для распрацоўкі звымяральных сістэм дыягностыкі форменных элементаў крыві, якія не патрабуюць выкарыстання апрыёрнай інфармацыі пры інтэрпрэтацыі вымяральной інфармацыі, правядзення калібровачнае вымярэнняў.

ABSTRACT

Diploma thesis: 38 pages, 10 images, 22 sources, 2 tables.

Keywords: DIGITAL IMAGE PROCESSING, LINEAR FILTERING, FOURIER TRANSFORM, NONLINEAR FILTERING, MRT IMAGES, HOMOMORPHIC FILTERING.

The objects of study are microphysical and spectroscopic parameters of erythrocytes.

The aim of the work is to study the relationship between the microphysical parameters of erythrocytes and their spectral characteristics by means of mathematical modeling of the lightscattering properties of erythrocytes, development of regression models for determining the microphysical characteristics of erythrocytes in human blood based on spectral measurements of attenuation coefficients.

A review of existing optical methods for studying formed elements of blood is provided. The principles of operation, advantages and disadvantages of such methods as flow cytometry, various types of microscopy, spectrophotometry, spectral microscopy, optical coherence tomography and Raman spectroscopy are considered.

A method for determining the hematocrit of human blood is considered, based on the use of regression relationships between the hematocrit and the measured TC of scattered optical radiation.

Coefficients of regression relationships are established, linking the determined microphysical parameters of erythrocytes with the measured spectral characteristics.

It is shown that the proposed method for determining the volume concentration (hematocrit) of human blood, based on the use of regression relationships between hematocrit and measured TC of scattered and attenuated optical radiation, is weakly sensitive to errors in measuring TC and dispersion of the refractive index, allows one to determine hematocrit with sufficiently high accuracy in a wide range of its changes – $CV = 0.2 \div 0.8$. It does not require the use of a priori information on the refractive index, and the solution of incorrect inverse problems, and therefore allows for the possibility of automating hematocrit measurements. Spectral angular measurements also allow measurements to be carried out in whole blood. The results obtained can be used to develop measuring systems for diagnosing formed elements of blood that do not require the use of a priori information when interpreting measurement information and performing calibration measurements.