



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

ФГБОУ ВО УУНиТ,

доктор физико-математических наук,

доцент

 И.Ф. Шарафуллин

« 15 » \_\_\_\_\_ 11 \_\_\_\_\_ 2024 г.

## ОТЗЫВ

### ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» на диссертационную работу Хамзы Мохаммед Мохей Хамза на тему «Метод персонализированной визуализации вен на основе индексных изображений», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения

#### Актуальность работы

Диссертационная работа М. М. Х. Хамзы посвящена созданию новых методов визуализации подкожных вен, на основе использования гиперспектральных изображений, содержащих информацию из видимого и ближнего инфракрасного диапазона.

Тема диссертационной работы является актуальной. Разработка методов визуализации подкожных вен это перспективное направление развития современной науки, что подтверждается значительным количеством публикаций по данной тематике. Гиперспектральные камеры с успехом применяются в медицинской диагностике и в последнее время появились попытки использования индексных изображений для решения задачи визуализации подкожных вен.

Таким образом, разработка методов визуализации подкожных вен на основе индексного подхода к анализу гиперспектральных изображений представляет научный и практический интерес. Это определяет актуальность диссертационной работы соискателя.

## Научная новизна исследований и полученных результатов

В диссертационной работе автором получены следующие новые результаты:

1) На основе экспериментально полученных гиперспектральных изображений предплечья человека определены диапазоны длин волн от 528 нм до 548 нм и от 573 нм до 595 нм, в которых путем выбора узких спектральных интервалов шириной 2,4 нм для формулы нормализованного разностного индекса возможно получение максимально контрастные изображения подкожных вен для конкретного человека с I, II типами кожи (очень светлой, светлой), причем, в отличие от всех известных методов визуализации подкожных вен, визуализация осуществляется на основе данных только видимого диапазона, что позволяет обходиться без использования источников освещения БИК диапазона.

2) На основе экспериментально полученных гиперспектральных изображений предплечья человека определены длины волн и математическая формула для метода визуализации вен, на основе использования трехволнового индексного изображения формируемого на основе формулы, в которой рассчитывается отношением произведения разностей яркостей спектральных диапазонов на длинах волн от 705 до 715 нм, от 735 нм до 745 нм и от 875 нм до 895 нм, к сумме яркостей этих же спектральных каналов. Это позволяет за счет выбора узкого спектрального интервала шириной 2,4 нм в рамках указанных выше диапазонов персонально для каждого человека получить максимальный контраст индексного изображения подкожных вен, в том числе для VI типа кожи (темной кожи).

3) Экспериментально показана возможность визуализации подкожных вен, на основе спектральной линзы, формирующей в +1 и -1 порядках изображения с длинами волн 735 нм и 835 нм соответственно, для формирования индексного изображения на основе формулы нормализованного разностного индекса, который позволяет получить индексное изображение с картиной подкожных вен с контрастом выше 0,1.

## **Обоснование и достоверность научных положений и выводов**

Достоверность полученных результатов подтверждается сравнением полученных в диссертации результатов с результатами визуализации на основе методов специального освещения. Основные результаты работы прошли апробацию в виде докладов на международных конференциях, а также в виде публикаций в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science.

## **Теоретическая и практическая значимость работы**

Теоретическая значимость состоит в том, что созданы новые методы визуализации подкожных вен человека на основе использования данных из нескольких узких спектральных диапазонов, путем расчета индексных изображений на основе полученных в диссертации новых индексных формул. Причем, особенно важно, что некоторые индексные формулы используют спектральную информацию только из видимого диапазона.

## **Практическая значимость работы**

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования разработанных методов для визуализации подкожных вен.

Результаты диссертационного исследования могут стать эффективным решением, позволяющим снизить количество ошибок при проведении венепункций медицинским персоналом с точки зрения практичности, эффективности, низкой стоимости, небольшого размера и портативности. Особенно важно, что результаты, полученные в диссертации, можно использовать для персонифицированного подхода к пациенту, определив для него персональную индексную формулу. Возможно использование результатов диссертации – в системах идентификации по биометрии. Результаты диссертации используются в компании ООО «Медэкс», которая занимается созданием программного обеспечения и программно-аппаратных комплексов для медицины, на что получен акт внедрения от 10.06.2024. Так же научные результаты были внедрены в ИСОИ РАН – филиале Федерального государственного учреждения

«Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника»  
Российской академии наук, на что получен акт внедрения от 22.12.2023 г.

### **Общая характеристика работы**

Диссертационное исследование имеет четко сформулированные цель и вытекающие из нее задачи, которые были достигнуты в процессе написания работы: исследована возможность определения диапазонов длин волн, для персонального подбора индексной формулы, которая формирует картину подкожных вен с наибольшим контрастом, разработана индексная формула для трех узких спектральных диапазонов, которая дала возможность формирования картины подкожных вен с высоким контрастом для любого типа кожи, разработан метод для визуализации подкожных вен, на основе использования спектральной линзы.

Структура работы логически выстроена и выполнена на высоком научном уровне. Все главы и разделы раскрывают суть исследования последовательно и структурировано.

В работе рассмотрены актуальность, степень разработанности научного направления, поставлены цели и задачи, обоснована практическая значимость и достоверность результатов работы, проведён обзор научной литературы по теме диссертационного исследования и сформулированы основные результаты, выносимые на защиту.

В заключении перечислены основные результаты диссертационного исследования.

### **Рекомендации по применению результатов**

Полученные в диссертационной работе результаты представляют интерес для разработки современных медицинских приборов для визуализации подкожных вен.

Полученные в диссертации научные результаты по использованию для визуализации спектральных дифракционных линз позволяют разработать недорогие приборы для визуализации подкожных вен.

Рекомендуется использовать результаты диссертации в следующих организациях:

– Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации,

– Самарский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П. Н. Лебедева Российской академии наук;

– Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» и др.

Рекомендуется использование результатов диссертации в учебном процессе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», а также их внедрение в учебный процесс других вузов, осуществляющих подготовку специалистов в области оптического приборостроения.

### **Замечания**

Диссертация не лишена некоторых недостатков, среди которых можно отметить следующие:

1) В диссертации отсутствует аналитическое обоснование причины высокого контраста индексного изображения подкожных вен, полученного на основе использования формулы разностного нормализованного индекса с использованием спектральной информации только из видимого диапазона.

2) В диссертационной работе наблюдается явный дисбаланс по количеству испытуемых для разных типов кожи.

3) В диссертации указывается, что дифракционная спектральная линза может формировать изображения и для двух, и для трех длин волн, однако экспериментальное исследование проведено только для дифракционной спектральной линзы, которая формировала изображения на двух длинах волн.

### **Оценка диссертации в целом**

Сделанные замечания не снижают научной и практической ценности представленной диссертационной работы, которая является завершённым исследованием и соответствует требованиям действующего «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук. Все основные результаты диссертационного исследования отражены в публикациях автора, включая 3 статьи в ведущих рецензируемых журналах, внесённых в Перечень журналов и изданий, утверждённых ВАК. Содержание диссертации соответствует содержанию опубликованных работ. Полученные в работе результаты соответствуют поставленным целям, соответствие темы диссертации и научной специальности не вызывает сомнений. Автореферат диссертации правильно отражает её содержание и полностью ему соответствует. Диссертационная работа Хамзы М. М. Х. прошла необходимую апробацию, её результаты были представлены на 4 международных научно-технических конференциях.

По выбранной теме, характеру проведённых исследований, полученным результатам, их достоверности и обоснованности рассматриваемая диссертация Хамзы М. М. Х. соответствует специальности 2.2.12 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Таким образом, диссертационная работа Хамзы М. М. Х. удовлетворяет требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Диссертационная работа и отзыв обсуждены на заседании кафедры Электронной инженерии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий».

Протокол № 3 от «31» октября 2024 г.

Заведующий кафедрой  
Электронной инженерии,  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»  
Доктор технических наук.  
Доцент,  
Профессор кафедры электронной инженерии



А. Ю. Дёмин

Подпись А. Ю. Дёмин удостоверяю

