

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.379.11,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25 декабря 2024 г. № 6
о присуждении Хамзе Мохаммеду Мохей Хамза, гражданину Республики Ирак,
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Метод персонализированной визуализации вен на основе индексных изображений» по специальности 2.2.12. - Приборы, системы и изделия медицинского назначения, принята к защите 16 октября 2024 г., протокол заседания № 5, диссертационным советом 24.2.379.11, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 443086, г. Самара, Московское шоссе, 34, приказом Минобрнауки России № 2136/нк от 27 ноября 2023 г.

Соискатель Хамза Мохаммед Мохей Хамза, 05 октября 1986 года рождения, в 2017 г. освоил программу магистратуры федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» по направлению подготовки «Оптика и биофотоника». В 2023 г. освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева. В настоящее время не работает.

Диссертация выполнена на кафедре технической кибернетики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Скиданов Роман Васильевич, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», профессор кафедры технической кибернетики.

Официальные оппоненты: Афонин Андрей Николаевич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»), профессор кафедры «Информационные и робототехнические системы»; Федосов Иван Владленович, кандидат физико-математических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», доцент кафедры «Оптика и биофотоника» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий», в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой электронной инженерии, доктором технических наук, доцентом Деминим Алексеем Юрьевичем, утвержденном проректором по научной работе, доктором физико-математических наук, доцентом Шарафуллиным Ильдусом Фанисовичем, указала, что диссертация соответствует специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения. Диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяет требованиям ВАК России, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 7 работ, из них в рецензируемых научных изданиях – 3 работы, 4 статьи в сборниках материалов научно-технических конференций. Суммарный объем опубликованного материала в соавторстве составляет 4,1 печатных листов, в том числе 2,3 печатных листов принадлежит соискателю. Из материалов совместных публикаций лично соискателю принадлежат результаты: экспериментально исследована возможность использования индексных изображений для визуализации подкожных вен; экспериментально исследована возможность использования дифракционных спектральных линз для прямого построения индексных изображений в задаче визуализации подкожных вен. Проанализированы распространенные индексные формулы и на основе этих формул предложены индексные формулы на основе трех длин волн для визуализации подкожных вен для всех типов кожи. Предложен критерий среднего контраста индексного изображения в качестве объективного параметра, характеризующего качество визуализации подкожных вен.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Spectral lenses to highlight blood vessels in the skin / **M. M. Hamza**, V. A. Blank, V. V. Podlipnov, L. L. Doskolovich, R. V. Skidanov, B. Fan // *Computer Optics*. – 2022. – Vol. 46. – № 6. – P. 899-904. (научная статья 0,5 п.л./0,1 п.л.)

2. Visualization of Subcutaneous Blood Vessels Based on Hyperspectral Imaging and Three-Wavelength Index Images / **M. Hamza**, R. Skidanov, V. Podlipnov // *Sensors* – 2023. – Vol.23. – P. 8895. (научная статья 1 п.л./0,3 п.л.)

3. Hyperspectral Camera - Attachment for Microscopy / **M. M. Hamza**, A. Hamandi, A. R. Makarov, V. V. Podlipnov, R. V. Skidanov // *Journal of Biomedical Photonics & Engineering*. – 2021. – Vol. 7. С. 30305. (научная статья 0,5 п.л./0,1 п.л.)

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от следующих организаций и специалистов:

1. ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», подписан кандидатом технических наук, доцентом, старшим научным сотрудником научно-технологического центра биомедицинской фотоники, Потаповой Еленой Владимировной. Замечание: автору следовало бы еще во введении раскрыть, что он понимает под термином «индексные изображения», так как на этом строится вся работа. Не указано, сколько по времени занимает сбор сигнала (сканирование) всей руки пациента. Насколько это время увеличивает продолжительность процедуры забора крови? На рисунках 6,7 видно пространственное искажение геометрических параметров руки (изображение пальцев искажено). Насколько это искажение критично в области предплечья и местоположение вен определяется верно? Не ясно, почему у соискателя не нашлось ресурсов, чтобы провести большее количество исследований с участием более 1 пациента с предложенной именно соискателем системой. Рисунок 12 не очень сильно убеждает, что предложенное автором схмотехническое решение может помочь медицинской сестре более точно проводить пункционные процедуры, так как изображение кажется размытым и обладает плохим пространственным разрешением.

2. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», подписан заведующим кафедрой физики и химии, доктором технических наук (шифр специальности 05.11.07 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы), почетным работником науки и техники, заслуженным работником высшей школы РФ, профессором Грейсухом Григорием Исаевичем. Замечание: полный перебор всех возможных индексных изображений, особенно для индексных формул с тремя длинами волн, представляется далеко неоптимальным алгоритмом. Даже не разрабатывая

специальный алгоритм поиска, диссертант мог бы существенно сократить время поиска, просто убрав из перебора диапазоны возле границ чувствительности, а также используя визуальные данные перебора по двухволновой формуле, исключить из поиска расчет с использованием соседних спектральных каналов.

3. ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» г. Курск, подписан профессором кафедры «Биомедицинская инженерия», доктором технических наук, профессором Филистом Сергеем Алексеевичем. Замечание: в заглавии диссертации указан метод визуализации вен. Но в задачах исследования сам метод явно не присутствует, есть только задача экспериментального подтверждения его работоспособности. В положениях, выносимых на защиту, приведено три метода. В самом автореферате метод раскрывается восьмью страницами текста, но целесообразно было бы привести его в основных результатах в более концентрированной форме. На странице 8 автореферата указывается на разрешение спектрофотометра 7 нм и динамический диапазон 380-710 нм. На странице 9 появляется гиперспектрометр с разрешением 2 нм и диапазоном 400-1000 нм. Это разные приборы? Если да, то какова необходимость использовать их вместе?

4. ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», подписан доктором технических наук по направлению 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий», профессором кафедры «Мехатроника и технологические измерения» Дивиным Александром Георгиевичем. Замечание из материала автореферата непонятно, каким образом были выбраны диапазоны длин волн для получения индексных изображений подкожных вен, показанных на рис. 5. Автор не обосновал скорость сканирования предплечья человека устройством на основе спектральной дифракционной линзы (угловая скорость 2-3 об/мин). Между тем значение скорости сканирования играет важную роль для получения изображения надлежащего качества. В автореферате отсутствуют данные о влиянии типа кожи на изображения, полученные с помощью устройства на основе спектральной дифракционной линзы.

Все отзывы положительные. В отзывах, содержащих замечания, отмечено, что указанные недостатки не снижают научной и практической значимости работы и не влияют на общую положительную оценку диссертации. Во всех отзывах отмечено, что диссертация соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и сделано заключение о возможности присуждения Хамзе М. М. Х. учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Выбор Федосова И. В. в качестве официального оппонента по диссертации обосновывается тем, что он является специалистом по оптическим методам диагностики в медицине.

Выбор Афонаина А. Н. в качестве официального оппонента по диссертации обосновывается тем, что он является специалистом по оптическим приборам для медицинских приложений.

Выбор ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» в качестве ведущей организации обосновывается достижениями ее специалистов в области интеллектуальных методов обработки информации и управления в технических и медицинских системах, передаче и обработке сигналов оптического диапазона, публикациях научных работ по сенсорике и фотонике в высокорейтинговых научных изданиях. Диссертация рассмотрена на заседании кафедры электронной инженерии.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработаны:

- персонализированный метод визуализации подкожных вен на основе индексных изображений, рассчитанных по формуле нормализованного разностного индекса с длинами волн в диапазонах от 528 нм до 548 нм и от 573 нм до 595 нм, для которых при индивидуальном подборе узкого спектрального интервала (ширина 2,4 нм) можно получить контраст выше 0,15 для I, II типа кожи (очень светлой, светлой). Метод работает с использованием освещения только видимого диапазона, что позволяет использовать светодиодное освещение.

- персонализированный метод визуализации подкожных вен, на основе использования трехволнового индексного изображения, вычисляемого на основе трех длин волн в диапазонах от 705 до 715 нм, от 735 нм до 745 нм и от 875 нм до 895 нм по формуле, в которой рассчитывается отношение произведения разностей яркостей в спектральных диапазонах от 705 нм до 715 нм, от 735 нм до 745 нм, от 875 нм до 895 нм к сумме яркостей на тех же длинах волн, что позволяет получить максимальный контраст индексного изображения подкожных вен персонально для каждого человека с любым типом кожи, в том числе и для VI типа кожи (темной кожи).

- метод визуализации подкожных вен, на основе использования спектральной линзы, которая формирует в +1 и -1 порядках изображения с длинами волн 735 нм и 835 нм соответственно, что позволяет получить индексное изображение по формуле нормализованного разностного индекса, имеющее контраст подкожных вен выше 0,1.

предложен метод оценки качества формируемых индексных изображений подкожных вен, основанный на определении значения среднего контраста, рассчитываемого по всем возможным сечениям изображения.

доказано:

- индексные изображения подкожных вен имеют существенно более высокий средний контраст по сравнению с таким же изображением в узком спектральном диапазоне, что является преимуществом по сравнению с использованием узкополосной подсветки;

- увеличение числа узких спектральных диапазонов, используемых в индексной формуле с двух до трех, позволяет визуализировать подкожные вены для любого типа кожи с высоким средним контрастом.

Теоретическая значимость исследования 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.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены методы визуализации подкожных вен на основе индексных изображений, сформированных за счет использования информации из двух или трех узких спектральных диапазонов.

Разработанные методы **внедрены** в компании ООО «Медэкс», которая занимается созданием программного обеспечения и программно-аппаратных комплексов для медицины, что подтверждается актом внедрения от 10.06.2024 г.

Результаты диссертации **внедрены** в ИСОИ РАН – филиале Федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук, что подтверждается актом внедрения от 22.12.2023 г.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

полученные результаты подтверждаются сравнением с результатами визуализации на основе методов специального освещения.

экспериментальные данные получены с помощью оптических приборов, обеспечивающих воспроизводимость результатов;

теория построена на известных фактах и согласуется с опубликованными теоретическими и экспериментальными данными других исследователей;

идея базируется на анализе передового опыта гиперспектральной визуализации подкожных вен;

использовано сравнение полученных результатов с результатами, ранее полученными другими авторами;

установлено качественное и количественное соответствие авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методы сбора и обработки информации.

Основные результаты работы опубликованы в российских и международных рецензируемых научных журналах с высоким рейтингом.

Личный вклад соискателя заключается в определяющем участии в формировании исходных данных, проведении теоретических и экспериментальных исследований, разработке математических моделей, постановке натурных экспериментов, апробации результатов исследования. Автором выполнена обработка и интерпретация данных, полученных экспериментальным путем. При определяющем участии автора подготовлены основные публикации по теме диссертационной работы. Все результаты, выносимые на защиту, получены автором лично или при его определяющем личном участии. Постановка задач и обсуждение результатов исследований проводились совместно с научным руководителем.

Предложенные в диссертации методы могут быть использованы при разработке и создании современных медицинских приборов для визуализации подкожных вен. Полученные в диссертации научные результаты, связанные с применением спектральных дифракционных линз, позволяют разработать недорогие медицинские приборы для визуализации подкожных вен.

Рекомендуется применять результаты диссертации в следующих организациях:

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет»;

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

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 и медицинского приборостроения.

В диссертации отсутствует заимствованный материал без ссылки на авторов и (или) источник заимствования, а также результаты научных работ, выполненные соискателем учёной степени в соавторстве, без ссылок на соавторов.

В ходе защиты диссертационной работы не было высказано критических замечаний. Соискатель ответил на ряд заданных ему в ходе заседания вопросов, прокомментировал замечания оппонентов и ведущей организации, аргументировал свою точку зрения. С остальными замечаниями соискатель согласился.

Диссертация Хамзы Мохамеда Мохей Хамза является законченной научно-квалификационной работой, отвечает критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9 – 11, 13, 14 Положения о присуждении учёных степеней с изменениями на 25 января 2024 года). В работе содержится решение актуальной научно-технической задачи, имеющей значение для развития оптических методов в медицинском приборостроении - разработка метода персональной визуализации вен на основе индексных изображений.

На заседании 25 декабря 2024 г. диссертационный совет за решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, принял решение присудить Хамзе М. М. Х. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 10, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета 24.2.379.11
д.т.н., профессор



В. В. Сергеев

Учёный секретарь
диссертационного совета 24.2.379.11
д.т.н., доцент

В. А. Зеленский

25.12.2024