

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 24 июня 2025 г. № 3  
о присуждении Кандуровой Ксении Юрьевне, гражданке Российской Федерации,  
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Метод дифференциального анализа функционального состояния печени пациентов с синдромом механической желтухи на основе флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии» по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения принята к защите 22 апреля 2025 г. (протокол заседания № 2) 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 Кандурова Ксения Юрьевна, 29 июля 1996 года рождения, в 2020 г. окончила магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» по направлению «Биотехнические системы и технологии», в 2024 г. освоила программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», работает в должности стажёра-исследователя в лаборатории клеточной физиологии и патологии научно-технологического центра биомедицинской фотоники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре приборостроения, метрологии и сертификации и в научно-технологическом центре биомедицинской фотоники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – кандидат технических наук, доцент Потапова Елена Владимировна, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет

имени И.С. Тургенева», научно-технологический центр биомедицинской фотоники, старший научный сотрудник.

**Официальные оппоненты:** Ширшин Евгений Александрович, доктор физико-математических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», доцент кафедры квантовой электроники физического факультета; Волынский Максим Александрович, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», директор научно-образовательной лаборатории «Техническое зрение» – дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск, в своем **положительном отзыве**, подписанном заведующим лабораторией лазерного молекулярного имиджинга и машинного обучения, доктором физико-математических наук, профессором Кистеневым Юрием Владимировичем, утвержденном и.о. проректора по научной и инновационной деятельности, доктором физико-математических наук, профессором Ворожцовым Александром Борисовичем, указала, что диссертация соответствует специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения. Диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, обладает обоснованной научной новизной и практической значимостью, содержит решение актуальной научной задачи выявления ухудшения состояния пациентов с механической желтухой в послеоперационном периоде, имеющей значение для повышения качества диагностики и лечения. Результаты подразумевают возможность применения флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии не только в рассмотренной задаче, но и рекомендовать их для решения диагностических задач при других патологиях печени. Перспективной видится адаптация предложенных результатов для применения в других областях хирургии вместе с расширением возможностей с точки зрения техники и более продвинутых алгоритмов обработки и классификации данных. Диссертация соответствует пунктам 14 и 22 паспорта специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения, удовлетворяет требованиям к кандидатским диссертациям, изложенным в действующем Положении о присуждении ученых степеней, а её автор, Кандурова К.Ю., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Соискатель имеет более 50 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 34 работы, из них в рецензируемых научных изданиях, входящих в Перечень ВАК – 8 работ, индексируемых в наукометрических базах Web of Science и Scopus – 11 работ. Суммарный объем опубликованного материала в соавторстве составляет 21,12 печатных листов, в том числе 12,54 печатных листов принадлежит соискателю. Из материалов совместных публикаций лично соискателю принадлежат результаты: разработан и применен протокол экспериментального

исследования оптических характеристик паренхимы печени и желчи; результаты спектрофотометрических исследований использованы для моделирования оптических характеристик и спектров диффузного отражения паренхимы печени при различном содержании тканевых хромофоров; разработано экспериментальное устройство флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии со специальным волоконно-оптическим зондом для интраоперационной регистрации спектров; проведены экспериментальные исследования методами флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии в условиях клиники в группах пациентов без синдрома и с синдромом механической желтухи различной этиологии и тяжести состояния; исследована возможность анализа спектров флуоресценции печени путем деконволюции для вычисления комбинаций гауссовых кривых, отражающих вклад отдельных тканевых флуорофоров; предложены модели классификации для прогнозирования отрицательной динамики состояния пациентов с синдромом механической желтухи на основе данных методов флуоресцентной спектроскопии на двух длинах волн возбуждения флуоресценции и спектроскопии диффузного отражения; предложен метод дифференциального анализа функционального состояния печени пациентов с синдромом механической желтухи для прогнозирования динамики течения послеоперационного периода билиарной декомпрессии.

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. Кандурова, К.Ю. Апробация тонкоигольного оптического зонда для регистрации изменений флуоресценции коферментов клеточного дыхания / **К.Ю. Кандурова**, Е.В. Потапова, Е.А. Жеребцов, В.В. Дрёмин, Е.С. Серёгина, А.Ю. Винокуров, А.В. Мамошин, А.В. Борсуков, Ю.В. Иванов, А.В. Дунаев // Оптика и спектроскопия. – 2020. – 128, №6. – С. 736-745. (научная статья 1,25 / 0,75 п.л.)

2. Kandurova, K. Optical percutaneous needle biopsy of the liver: a pilot animal and clinical study (=Оптическая чрескожная пункционная биопсия печени: пилотное исследование на животных и клиническое исследование) / V. Dremin, E. Potapova, E. Zherebtsov, **K. Kandurova**, V. Shupletsov, A. Alekseyev, A. Mamoshin, A. Dunaev // Scientific Reports. – 2020. – Vol. 10. – Art. 14200. (научная статья 1,38 / 0,41 п.л.)

3. Kandurova, K. Optical Properties of Perfused Rat Liver Tissues (=Оптические характеристики перфузированных тканей печени крысы) / **K. Kandurova**, A. Palalov, E. Seryogina, V. Dremin, A. Dunaev, E. Potapova // Journal of Biomedical Photonics & Engineering. – 2022. – Vol. 9(1). – Art. 010303. (научная статья 0,88 / 0,61 п.л.)

4. Kandurova, K. Deconvolution of the fluorescence spectra measured through a needle probe to assess the functional state of the liver (=Деконволюция спектров флуоресценции, измеренных через зонд, для оценки функционального состояния печени) / **K.Y. Kandurova**, D.S. Sumin, A.V. Mamoshin, E.V. Potapova // Lasers in Surgery and Medicine. – 2023. – Vol. 55(7). – P. 690-701. (научная статья 1,5 / 1,13 п.л.)

5. Кандурова, К.Ю. Спектрофотометрические исследования оптических характеристик печени и желчи в диапазоне 350-1300 нм / **К.Ю. Кандурова** //

Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2023. – Т. 5(361). – С. 117-126. (научная статья 1,25 п.л.)

На диссертацию и автореферат поступило 11 отзывов от следующих организаций и специалистов:

1. ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский институт им. М.Ф. Владимирского», подписан кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником лаборатории медико-физических исследований Лапитаном Денисом Григорьевичем. Замечания: 1. Из текста автореферата не ясно, каким образом измеренные и смоделированные оптические характеристики паренхимы печени с различным содержанием тканевых хромофоров (гемоглобина, воды, липидов) и желчи, а именно коэффициент поглощения на Рис. 1 и спектры диффузного отражения на Рис. 2, были использованы для обоснования специализированных медико-технических требований к устройству для оценки функционального состояния печени. Также не представлена методика расчета тканевой сатурации кислорода по спектрам диффузного отражения, являющейся ключевым параметром при разработке метода диагностики функционального состояния печени пациентов. 2. Автор отмечает, что при предварительно проведенных исследованиях «обосновано применение ФС как метода оценки энергетического состояния клеток путем сравнения результатов измерения флуоресцентными методами визуализации с измерением уровня АТФ с помощью конфокальной микроскопии в митохондриях в норме и при гипоксии». Из текста автореферата не ясно, проводились ли эти измерения на клетках печени, являющейся объектом настоящего исследования, или на каких-то других клетках? 3. Некоторые аббревиатуры не раскрыты в тексте автореферата (например, появляющийся в первом абзаце на с. 3 «синдром МЖ»).

2. ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», подписан кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником кафедры общей физики и волновых процессов отделения радиофизики физического факультета Луговцовым Андреем Егоровичем. Замечания: 1. В первой главе отмечается, что была проведена экспертная оценка с привлечением специалистов в области миниинвазивной абдоминальной хирургии, однако не указано, сколько именно специалистов было привлечено, и на чём основывается выбранный допустимый уровень вероятности ложноотрицательного определения положительной динамики состояния пациента в послеоперационном периоде билиарной декомпрессии, равный 0,21. 2. Во второй главе при описании экспериментального исследования и моделирования оптических характеристик паренхимы печени с различным содержанием тканевых хромофоров и желчи уточняется, что для получения оптических характеристик желчи использовали 9 образцов желчи человека, однако не указывается, сколько срезов тканей печени лабораторных крыс было использовано для получения данных. Также, корректно ли использовать в уравнении (1) смешанные оптические данные (измеренные для желчи человека и печени крысы)? 3. В четвёртой главе указывается, что при разработке классификатора целесообразным представлялось использование линейного дискриминантного анализа (ЛДА), однако хотелось бы увидеть сравнение результатов ЛДА с каким-нибудь методом машинного обучения, чтобы превосходство ЛДА для данной конкретной диагностической задачи было более

очевидным.

3. ФГБУ «Научно-практический центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина», подписан доктором медицинских наук, директором Барановым Алексеем Викторовичем. Замечания: 1. На этапе *in vivo* исследования чувствительности разработанного канала ФС к изменениям концентрации основных эндогенных флуорофоров представлен метод оценки на подготовленных участках кожи и внутренних органов, в связи с этим возникает вопрос, могли ли повлиять сами манипуляции на жизнеспособность и результаты исследования на этих участках до внесения митохондриального ингибитора, а также почему не проводилась валидация канала на фантомах, содержащих стандартные флуорофоры как продолжение этапа исследования с регистрацией спектров флуоресценции растворов флуорофоров? 2. Несмотря на введение аббревиатур в начале текста, большое количество сокращений сложно запомнить в процессе чтения, что приводит к потере смысла и требует постоянного возвращения к их расшифровке. Это существенно снижает лёгкость восприятия текста, особенно для междисциплинарной аудитории, не погружённой в узкоспециализированную терминологию.

4. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», подписан доктором технических наук, заведующим кафедрой биотехнических систем Юлдашевым Зафаром Мухамедовичем. Замечания: 1. В автореферате указано, что в исследовании приняли участие 40 пациентов, однако не уточнено распределение по полу, сопутствующим заболеваниям, видам основного патологического процесса (желчнокаменная болезнь, опухоли и т.п.), критерии исключения, что может влиять на результаты анализа. 2. Ограниченный объём выборки (всего 40 пациентов), что может снижать достоверность статистических выводов и обобщаемость результатов. 3. Недостаточное внимание в главе 4 уделено вопросам внедрения разработанного метода дифференциального анализа в реальную клиническую практику: воспроизводимости метода в условиях разных клиник; ограничениям метода, например, связанным с анатомическими особенностями пациентов; возможным рискам, связанным с использованием оптических методов.

5. ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет», подписан кандидатом физико-математических наук, заведующим кафедрой «Биотехнические и медицинские аппараты и системы» Темировым Алибулатом Темирбековичем. Замечаний не содержит.

6. ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет», подписан кандидатом физико-математических наук, заведующим Лабораторией оптической спектроскопии и микроскопии Научно-исследовательского института экспериментальной онкологии и биомедицинских технологий Щеславским Владиславом Игоревичем. Замечания: 1. В описании главы 1 упомянуты предварительные исследования метаболического состояния клеток методами флуоресцентной визуализации для обоснования выбора метода флуоресцентной спектроскопии, которое более подробно описано в тексте диссертации, но на мой взгляд, соискателю стоило добавить более подробное описание в автореферат, на основании каких результатов проведено упомянутое обоснование. 2. Глава, посвящённая разработке классификатора и блок-схемы метода дифференциального

анализа, не содержит сведений о времени непосредственно оптического исследования и скорости формирования диагностического заключения, а также характеристиках пользовательского интерфейса для хирурга и оператора, что принципиально для интраоперационного применения. 3. В описании блок-схемы метода (рисунок 10) также не пояснены параметры  $SNR_{365}$  и  $SNR_{450}$ .

7. ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», подписан кандидатом физико-математических наук, доцентом кафедры оптики и биофотоники Института физики Лазаревой Екатериной Николаевной. Замечания: 1. На странице 6 в пункте «Теоретическая значимость» соискатель пишет, что с помощью разработанного метода можно прогнозировать отрицательную динамику состояния пациентов в послеоперационном периоде. Возникает вопрос, почему отдельно выделена именно отрицательная динамика, если в блок-схеме метода в главе 4 показано, что возможна и положительная? 2. На рисунке 3 в главе 2 представлены спектры флуоресценции растворов известных тканевых флуорофоров. Не указано, какими растворителями проводилось разведение до целевых концентраций и не вносят ли данные растворители вклад в спектры флуоресценции. 3. По тексту автореферата встречается некоторое количество опечаток.

8. ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук», подписан кандидатом физико-математических наук, заведующим отделом радиофизических методов в медицине, заведующим лабораторией биофотоники Турчиным Ильей Викторовичем. Замечания: 1. Как следует из текста автореферата, измерения СДО используются только для оценки оксигенации тканей в области изобестической точки 805 нм, хотя результаты измерений СДО несут в себе гораздо больше информации, например, о содержании гемоглобина, воды, липидов, желчи и др., что следует из результатов моделирования спектров диффузного отражения, представленных в Главе 2. В связи с этим возникает вопрос, почему эта информация не извлекалась или не была использована при оценке функционального состояния тканей. 2. В автореферате имеется ряд опечаток: в положении 1, выносимом на защиту (страница 6): «излучения оптического излучения»; на рисунке 3 перепутаны буквенные обозначения графиков.

9. «Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук» – филиал ФГБУН Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, подписан доктором физико-математических наук, старшим научным сотрудником лаборатории физической гидродинамики Мизевой Ириной Андреевной. Замечаний не содержит.

10. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», подписан кандидатом физико-математических наук, доцентом института биомедицинских систем Даниловым Арсением Анатольевичем. Замечания: 1. На с. 11 отмечено, что автором сформулированы специализированные медико-технические требования к устройствам флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии, однако сами требования не приведены. Следовало перечислить требования с указанием конкретных значений. 2. В описании экспериментальной установки указано, что был использован светодиод 365 нм, однако не упомянуты его спектральные

характеристики. Между тем, относительно высокая интенсивность излучения на длинах волн в диапазоне 340...380 нм может существенно влиять на возбуждение флуорофоров.

11. ФГБУН «Научно-технологический центр уникального приборостроения Российской академии наук», подписан кандидатом технических наук, научным сотрудником лаборатории акустооптической спектроскопии Гурылевой Анастасией Валентиновной. Замечания: 1. В первой главе автором указано, что проведена экспертная оценка по определению уровня вероятности ложноотрицательной оценки положительной динамики состояния пациента. К приведенным метрикам следовало так же добавить количество экспертов и коэффициент согласованности их мнений. 2. В описании второй главы недостаточно раскрыты медико-технические требования к оснащению устройств флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии. Указание характеристик используемой материально-технической базы, в том числе разрешающей способности спектрометра, времени проведения измерения и требований к геометрии и позиционированию оптического зонда позволило бы более полно оценить основные функциональные возможности экспериментальной системы. 3. В автореферате присутствуют некоторые недочеты оформления: отсутствует расшифровка сокращения МЖ при его первом упоминании в тексте; присутствует несоответствие текстового описания устройства на странице 10 (указан отрезающий фильтр 495 нм) и его функциональной схемы на рисунке 4 (указан отрезающий фильтр 490 нм); в таблицах 1 и 2 не расшифрованы оцениваемые параметры.

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 Кандуровой К.Ю. учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Выбор Ширшина Е.А. в качестве официального оппонента по диссертации обосновывается тем, что он является специалистом по спектроскопии, визуализации и лазерной физике в медицине.

Выбор Волынского М.А. в качестве официального оппонента по диссертации обосновывается тем, что он является специалистом по медицинской визуализации, биофотонике и вычислительной фотонике.

Выбор ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» в качестве ведущей организации обосновывается достижениями ее специалистов в фундаментальных и прикладных исследованиях в области медицинской техники, биофотоники, лазерной спектроскопии, медицинской визуализации, мультимодальной диагностики, разработки методов и средств регистрации и анализа биомедицинских данных.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработан** метод дифференциального анализа функционального состояния печени пациентов с синдромом механической желтухи различной этиологии и

тяжести состояния, базирующийся на применении флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии *in vivo* во время первичной антеградной декомпрессии желчевыводящих путей под ультразвуковым и рентгенологическим контролем для прогнозирования отрицательной динамики состояния пациентов в послеоперационном периоде билиарной декомпрессии, позволяющий врачу-хирургу получать диагностическую информацию о предполагаемом характере послеоперационного периода и прогнозировать отрицательную динамику состояния непосредственно во время хирургического вмешательства;

**предложены:**

- набор оптических характеристик паренхимы печени, основанный на применении модели диффузионного приближения теории переноса излучения, базирующийся на экспериментально полученных оптических характеристиках, позволяющий учитывать различия в тканевой сатурации и содержании основных тканевых хромофоров для имитации патологических состояний, которые могут сопровождать синдром механической желтухи;

- модели классификации для прогнозирования отрицательной динамики послеоперационного состояния больных с синдромом механической желтухи, основанные на линейном дискриминантном анализе и применении параметров из пространства диагностических признаков, рассчитываемых: по спектрам флуоресценции для источников излучения 365 нм и 450 нм; по спектрам флуоресценции для источника излучения 450 нм и спектрам диффузного отражения в диапазоне 400-1000 нм;

**доказано** увеличение диагностической точности прогнозирования отрицательной динамики состояния послеоперационного состояния пациентов с синдромом механической желтухи в послеоперационном периоде билиарной декомпрессии, выраженное в проведении дифференциального анализа с вероятностью ложноотрицательного результата менее 0,2, по сравнению с текущим уровнем вероятности ложноотрицательных результатов при диагностике функционального состояния печени 0,31-0,41, определенным по результатам экспертной оценки.

**Теоретическая значимость исследования** состоит в том, что:

**доказана** эффективность метода, обеспечивающего расширение возможностей оптической диагностики функционального состояния печени с помощью методов флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов):

**использован** комплекс методов спектрофотометрии и спектроскопии, клинических исследований, прикладной математической статистики, экспертного оценивания, аналитического моделирования, линейного дискриминантного анализа;

**изложен** алгоритм решения задачи дифференциального анализа функционального состояния печени пациентов с синдромом механической желтухи для прогнозирования динамики состояния в послеоперационном периоде билиарной декомпрессии на основе интраоперационной регистрации спектров флуоресценции и диффузного отражения и рассчитываемых на их основе

параметрах вкладов флуоресценции эндогенных флуорофоров печени и тканевой сатурации;

**изучены** особенности оптических характеристик тканей печени при различном содержании тканевых хромофоров, а также диагностических критериев, а именно: параметров высоты и площадей под кривыми интенсивности флуоресценции в определенном диапазоне и гауссовыми кривыми, характеризующими вклад основных эндогенных флуорофоров паренхимы печени в общий спектр флуоресценции;

**раскрыты** связи физиологических нарушений при синдроме механической желтухи с изменением характеристик спектров флуоресценции и диффузного отражения;

**проведена модернизация** существующих технических решений, используемых для флуоресцентной спектроскопии и спектроскопии диффузного отражения и обработки зарегистрированных спектров, обеспечивающих получение новых результатов.

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

**разработан и внедрен** метод дифференциального анализа функционального состояния печени пациентов с синдромом механической желтухи, основанный на применении флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии, позволяющий повысить качество лечения пациентов с синдромом механической желтухой за счет прогнозирования динамики состояния в послеоперационном периоде билиарной декомпрессии;

**создано** программно-алгоритмическое обеспечение, реализующее разработанные модели и методы;

**представлены** практические рекомендации по совершенствованию методов оптической диагностики функционального состояния печени.

Разработанный метод **прошел апробацию** на базе отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница» (г. Орел) и ООО НПП «ЛАЗМА» (г. Москва).

Результаты диссертационного исследования **внедрены** в учебный процесс ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» при подготовке магистров по направлению 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии» (направленность «Фотоника и электроника в медико-биологической практике») и специалистов по направлению 31.05.01 «Лечебное дело» (направленность «Лечебное дело»).

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** достоверность обоснована воспроизводимостью экспериментальных и расчетных данных методов спектрофотометрии и спектроскопии, полученных на сертифицированных оптических приборах;

**теория** основана на известных фактах и согласуется с опубликованными теоретическими и экспериментальными данными других исследователей в данной области;

**идея базируется** на анализе практики и обобщении передового опыта в области оптической диагностики функционального состояния печени спектроскопическими методами;

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

**использованы** известные современные методы сбора, обработки, анализа и классификации биомедицинских данных, методы прикладной математической статистики, экспертного оценивания, математического моделирования, линейного дискриминантного анализа.

**Личный вклад соискателя** заключается в проведении обзора литературных источников по текущему состоянию диагностики функционального состояния печени и прогнозирования печеночной недостаточности у больных с синдромом механической желтухи; формулировке специализированных медико-технических требований к устройству на основе флуоресцентной и диффузно-отражательной спектроскопии, необходимому для регистрации данных в рамках поставленной задачи; в планировании и проведении экспериментальных исследований в клинических условиях; сравнительном анализе, в представлении и интерпретации результатов, в разработке критериев для моделей классификации и метода дифференциального анализа функционального состояния печени на основании проведённой аналитической работы, подготовке основных публикаций по выполненной работе. Результаты работы получены автором лично либо при его непосредственном участии.

Результаты работы **получены** при выполнении исследований по проектам: «Клинико-экспериментальное обоснование многопараметрической оптической биопсии органов гепатопанкреатодуоденальной зоны при малоинвазивных хирургических операциях» в рамках гранта РФФ № 18-15-00201 (2018-2020 гг.); «Разработка мультимодальной оптической диагностической технологии для анализа структурно-функционального состояния печени при чрескожной пункционной биопсии» в рамках гранта РФФ № 21-15-00325 (2021-2023 гг.); «Оптическая система экспресс-диагностики опухолей печени» в рамках гранта Фонда содействия инновациям по программе «Студенческий стартап» № 235ГССС15-L/78517 (2022-2023 гг.); «Оптические свойства паренхимы печени и желчи как прогностические признаки печеночной недостаточности и диагностические маркеры этиологии обструктивного поражения желчевыводящих путей при механической желтухе» в рамках гранта РФФ № 23-25-00487 (2023-2024 гг.); «Механизм нейродегенерации: древняя молекула как необходимый элемент физиологии и патологии клеток мозга» в рамках гранта Правительства Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих учёных в российских образовательных организациях высшего образования, научных учреждениях и государственных научных центрах Российской Федерации №075-15-2024-011 (2024-2026 гг.).

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы как для решения дополнительных диагностических задач в рамках рассмотренной научной проблемы, так и при разработке методов оптической диагностики для

новых задач дифференциального анализа функционального состояния паренхимы печени при других патологиях (например, стеатоз, фиброз и др.).

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

В ходе защиты диссертационной работы критические замечания не поступили. Соискатель Кандурова К.Ю. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию по высказанным замечаниям.

Диссертация Кандуровой Ксении Юрьевны является законченной научно-квалификационной работой, отвечает критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9–11, 13, 14 Положения о присуждении учёных степеней с изм на 25 января 2024 года). В работе содержится решение научной задачи, имеющей значение для соответствующей отрасли знаний.

На заседании 24 июня 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Кандуровой Ксении Юрьевне 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

24.06.2025

