

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 55.2.002.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ»
(ПОДВЕДОМСТВЕННОГО МИНИСТЕРСТВУ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ), ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 19 февраля г. № 13

О присуждении Павликову Артему Евгеньевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка методов и алгоритмов оценки паттернов движения человека на основе обработки визуальной информации» по специальности 2.3.8. «Информатика и информационные процессы» (технические науки) принята к защите 05.12.2025 (протокол заседания №9) диссертационным советом 55.2.002.02, созданным на базе ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ) Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 111024, Россия, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 8А, приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25 сентября 2024 г. №881/нк.

Соискатель Павликов Артем Евгеньевич, 26 июня 1996 года рождения.

В 2021 году окончил МТУСИ по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника». В 2025 году окончил очную аспирантуру МТУСИ по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», кафедра «Математическая кибернетика и информационные технологии».

С 2022 года работал в должности ассистента кафедры «Математическая кибернетика и информационные технологии», в настоящее время работает в должности старшего преподавателя кафедры «Программная инженерия» МТУСИ.

Диссертация выполнена на кафедре «Математическая кибернетика и информационные технологии» МТУСИ.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Городничев Михаил Геннадьевич, декан факультета «Информационные технологии», заведующий кафедрой «Математическая кибернетика и информационные технологии» МТУСИ.

Официальные оппоненты:

Иващенко Антон Владимирович – доктор технических наук, профессор, директор Передовой медицинской инженерной школы «Цифровое здравоохранение, нейротехнологии и биотехнологии» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара;

Обухов Артём Дмитриевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет» (г. Пенза), в своем положительном отзыве, подписанным заведующим кафедрой «Информационно-вычислительные системы», доктором технических наук, доцентом Кузьминым Андреем Викторовичем и утвержденным проректором по научной работе и инновационной деятельности, доктором экономических наук, профессором Васиным Сергеем Михайловичем, указала, что диссертационная работа Павликова Артема Евгеньевича является завершённой, содержащей новые научные результаты, положения и рекомендации по их использованию. Диссертация

соответствует критериям, изложенным в пп. 9-11, 13 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (с учетом последующих редакций), а соискатель Павликов Артем Евгеньевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. «Информатика и информационные процессы». Отзыв на диссертационную работу рассмотрен и принят на расширенном заседании кафедры «Информационно-вычислительные системы» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» 30 января 2026 г., протокол № 6.

По материалам диссертации опубликовано 12 научных работ (6 статьей, 6 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ), 3 из которых опубликованы в научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, 3 — в периодических научных журналах индексируемом Scopus, в том числе 2 работы опубликованы без соавторов. В работах, написанных в соавторстве, авторский вклад является основополагающим для соответствующих публикаций.

Недостоверных сведений об опубликованных соискателем работах в диссертации не обнаружено.

Наиболее значимыми работами соискателя являются:

1. Павликов, А. Обзор технологий определения положения тела человека [Текст] / А. Павликов, М. Городничев // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. — 2023. — Янв. — Т. №3(47). — С. 81—97. (16 стр. Личный вклад - 75%)

2. Павликов, А. Разработка игрового модуля с использованием технологии оценки положения тела человека для системы неврологической реабилитации [Текст] / А. Павликов // Computational Nanotechnology. — 2025. — Март. — Т. 12. — С. 116—128. (12 стр. Личный вклад - 100%)

3. Павликов, А. Е. Применение метода оценки положения тела человека для анализа упражнений при восстановлении функций верхней конечности [Текст] / А. Е. Павликов // Экономика и качество систем связи. — 2025. — Сент. — Т. 3. — С.

214—221. (8 стр. Личный вклад - 100%)

4. Pavlikov, A. On the Application of Human Pose Estimation in a Driver Condition Monitoring Task [Текст] / A. Pavlikov, V. Volkogonov, A. Lipatova // Т. 6. — 2024 Systems of Signals Generating, Processing in the Field of on Board Communications, 03.2024. — С. 1—6. (7 стр. Личный вклад - 75%)

5. Pavlikov, A. Research on Driver Monitoring Methods [Текст] / A. Pavlikov, M. Gorodnichev, A. Lipatova // — 2024 Systems of Signals Generating, Processing in the Field of on Board Communications, 03.2024. — С. 1—5. (6 стр. Личный вклад - 50%)

6. Pavlikov, A. Algorithm for Predicting Pedestrian Behavior on Public Roads [Текст] / A. Pavlikov, M. Moseva, M. Gorodnichev // — 2023 Systems of Signals Generating, Processing in the Field of on Board Communications, 03.2023. — С. 1—6. (7 стр. Личный вклад - 50%)

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023686016 РФ. Программный комплекс Asisti Городничев Михаил Геннадьевич, Павликов Артем Евгеньевич, Лобунько Данила Александрович, Рагулин Богдан Викторович. 01.12.2023. Правообладатель Городничев Михаил Геннадьевич, Павликов Артем Евгеньевич, Лобунько Данила Александрович, Рагулин Богдан Викторович (Личный вклад - 75%)

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024688342 РФ. HumanPoseCam — встраиваемый программный комплекс Реакт-видеокамеры для отслеживания положения тела человека с помощью фреймворка MediaPipe. Арчаков К. В., Ключев А. П., Павликов А. Е., Петросян В. Р. 27.11.2024. Правообладатель — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики». (Личный вклад - 50%)

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025666542 РФ. Go-Configurator — программный модуль для конфигурации приложения. Павликов А. Е., Мкртчян Г. М., Тимчук А. В., Агапов В. А. 2025. Правообладатель — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и

информатики». (Личный вклад - 50%)

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025666229 РФ. Go-retryer — программный модуль, предоставляющий функциональность повторных попыток. Павликов А. Е., Мкртчян Г. М., Тимчук А. В., Агапов В. А. 2025. Правообладатель — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики». (Личный вклад - 75%)

11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025666682 РФ. Go-Auth — сервис авторизации и осуществления контроля доступа. Павликов А. Е., Мкртчян Г. М., Тимчук А. В., Агапов В. А. 2025. Правообладатель — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики». (Личный вклад - 75%)

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025667302 РФ. Go-datetime — программный модуль, предоставляющий работу с датой и временем. Павликов А. Е., Мкртчян Г. М., Тимчук А. В., Агапов В. А. 2025. Правообладатель — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики». (Личный вклад - 50%)

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов.

В поступивших отзывах подчёркивается актуальность выбранной тематики, научная новизна и обоснованность полученных результатов, а также их практическая значимость. Отмечается, что разработанные подходы и предложенные решения представляют интерес как для дальнейшего развития исследований в данной области, так и для внедрения в прикладные системы и реальные сценарии применения.

В отзывах на диссертацию и автореферат указаны следующие замечания:

1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, составленный Иващенко

А.В., доктором технических наук, профессором, директором Передовой медицинской инженерной школы «Цифровое здравоохранение, нейротехнологии и биотехнологии» (первый официальный оппонент):

- Для повышения полноты инженерной части целесообразно расширить описание интеграционных сценариев (обмен данными с внешними медицинскими информационными системами и телемедицинскими сервисами), даже на уровне концептуальной схемы интерфейсов и форматов данных;

- С учётом ориентации на домашний контур реабилитации представляется целесообразным обосновать выбранный формат клиентского приложения и отдельно пояснить, по каким причинам не рассматривается мобильное приложение как основной интерфейс пациента, либо какие условия/ограничения определяют целесообразность веб-формата;

- В диссертации показана работоспособность решения в целом, однако желательно более явно описать требования к эргономике и удобству использования (минимизация когнитивной нагрузки, читаемость обратной связи, доступность для маломобильных пациентов), а также привести критерии, по которым оценивалось удобство взаимодействия пользователя с системой.

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», составленный Обуховым А.Д. доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений» (второй официальный оппонент):

- В работе делается упор на использование монокулярного RGB-видеопотока как исходного источника данных. Однако недостаточно полно проанализирована проблема зависимости точности измерений полученного решения от ракурса съемки, условий освещенности и перекрытия. Соискатель упоминает нормализацию координат, но не приводит оценки погрешности измерения углов (например, сгибания в локте) при отклонении оптической оси камеры от нормали к плоскости движения, что критично для домашних условий, где пациент не всегда может идеально позиционировать камеру и подобрать внешние условия.

- В первом пункте научной новизны заявлен «метод и алгоритмическое обеспечение цифровой обработки визуальной информации». Однако, как следует из второй главы диссертации, задача детекции ключевых точек решается путем применения предобученной библиотеки MediaPipe без структурных изменений её архитектуры. Эксперименты по дообучению проводились автором для модели MoveNet, однако в итоговой реализации системы используется именно стандартная модель MediaPipe. В связи с этим возникает вопрос: в чем заключается собственный вклад автора в метод обработки визуальной информации, если фактически используется готовое решение для экстракции признаков, а авторская разработка сводится к постобработке координат?

- Проводилась ли проверка устойчивости предложенного алгоритма сегментации фаз движения (формула 2.13) у пациентов с неврологическими нарушениями? В таких условиях часто наблюдается тремор или неравномерность движения (рывки), что может приводить к ложному детектированию смены фаз.

- Выборка для экспериментальной валидации (N=10, пятикратное повторение) представляется недостаточной для утверждения о надежности метода для широкой популяции, особенно учитывая антропометрическое разнообразие пациентов. Не ясно, включала ли выборка людей различного возраста, с различным индексом массы тела или выраженными патологиями опорно-двигательного аппарата.

- В третьей главе описан контроль «наклона туловища» (метрика №4). Однако при использовании одной камеры проблематично достоверно отличить истинный наклон корпуса от поворота корпуса вокруг вертикальной оси (ротации), который в 2D-проекции также выглядит как смещение плеч.

- Отсутствует анализ устойчивости системы к условиям освещенности. Для методов компьютерного зрения это ключевой фактор. Следовало бы привести граничные требования к освещенности сцены (в люксах) или отношению сигнал/шум, при которых гарантируется заявленная точность метрик PCK/PDJ.

- В работе рассматривается микросервисная архитектура системы (рис. 4.1), однако для задачи, где основная вычислительная нагрузка лежит на клиенте, такая

сложность серверной части может быть избыточной. Обоснование и сравнение данного подхода с монолитной архитектурой было бы уместно.

- В диссертации не уделено внимания вопросу обработки окклюзий (самоперекрытий) частей тела, характерных для сложных реабилитационных упражнений. Использование параметра видимости упоминается, но алгоритм восстановления пропущенных данных при потере трекинга сустава детально не описан.

3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет», составленный Кузьминым А.В. заведующим кафедрой «Информационно-вычислительные системы», доктором технических наук, доцентом (ведущая организация):

- Недостаточно представлено сопоставление полученных численных результатов с клинически значимыми критериями. Следовало бы указать, как выбранные пороговые значения метрик интерпретируются и позволяют оценивать выполнение упражнений и принятие решений о корректировке индивидуальной программы реабилитации;

- Для обеспечения практического применения результатов целесообразно более детально зафиксировать условия измерений производительности и «реального времени» (параметры видеопотока, характеристики устройств, конфигурации стендов), а также устойчивость показателей при вариативности освещения, ракурса и частичных перекрытий;

- В работе недостаточно полно отражены вопросы эксплуатационной надёжности и защиты данных в медицинском контуре системы (разграничение доступа, журналирование, меры защиты при хранении и передаче, процедуры контроля версий и мониторинга качества), поскольку эти аспекты определяют масштабируемость внедрения;

- Поскольку система ориентирована на практическое применение в реабилитации, целесообразно более явно раскрыть, каким образом вычисленные метрики и классификация отклонений транслируются в понятные пациенту и врачу рекомендации, включая примеры формируемой обратной связи и правила её

интерпретации.

- В материалах диссертации присутствуют разночтения в формулировках. Так, один и тот же результат исследования в новизне довольно широко назван методом цифровой обработки визуальной информации, на странице 9 автореферата - методом извлечения биомеханических параметров из видеопотока, а в более конкретной формулировке на той же странице имеет название метода определения оценки амплитудно-скоростных характеристик состояния плечевого сустава на основе визуальной информации. Применение различных формулировок одного и того же понятия ухудшает восприятие материала.

- Имеются расхождения в изложении метода оценки амплитудно-скоростных характеристик плечевого сустава в автореферате (стр. 11–12) и диссертации (стр. 51–53). Различаются наименования и описания шагов метода. В автореферате в формализованном описании шага 4 присутствуют нерасшифрованные обозначения.

- Схемы алгоритмов в диссертации и автореферате выполнены с отступлениями от действующего ГОСТ 19.701-90. В схеме на рисунке 1 автореферата символ решения с надписью «Отличается ли текущий кадр от последнего зафиксированного?» имеет всего один выход, что не характерно для решения.

4. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», составленный Фурлетовым Ю.М. доцентом, старшим научным сотрудником кафедры «Наземные транспортные средства»:

- В качестве замечания по автореферату целесообразно указать, что для повышения наглядности практической компоненты можно более компактно и структурированно представить контуры применения разработанного решения (типовые сценарии использования и ожидаемые эффекты для врача и пациента), не увеличивая объём автореферата.

5. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», составленный Крошилин А.В. доктором технических наук,

профессором, профессором кафедры вычислительной и прикладной математики:

- В автореферате отсутствует описание, каким образом производится выделение ключевых точек при реализации метода качественной оценки амплитудно-скоростных характеристик состояния плечевого сустава посредством визуальной информации, однако данный процесс довольно важен, поскольку от этого зависит дальнейший результат работы системы.

- Для реализации контроля разработанный автором метод интегрирован в пять функциональных групп упражнений, однако в автореферате отсутствует описание, каким образом идет разделение на группы в анализируемом видеопотоке, что служит «маркером» того, что одно упражнение закончено и начато другое.

- На рисунке 1 в автореферате приведена обобщённая блок-схема алгоритма оценки двигательных паттернов, однако блок-схема представлена не по ГОСТу. В одном из блоков условия «Отличается ли текущий кадр от последнего зафиксированного» отсутствует «ветвь» для ложного значения.

6. В автореферате отсутствует описание схемы формирования мотивационной базы для принятия медицинских решений, а также нет описания логики принятия решений, однако это важно для разработки архитектуры автоматизированной информационной системы поддержки принятия врачебных решений, которая заявлена в положениях, выносимых на защиту.

7. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, составленный Скворцов Д.В. доктором медицинских наук, профессором кафедры медицинской реабилитации Института нейронаук и нейротехнологий:

- В диссертации имеются ряд орфографических и стилистических неточностей, которые никак не отражаются на сути диссертационной работы и ее положительной оценке.

8. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», составленный Зленко А.А. кандидатом физико-

математических наук, доцентом, доцентом кафедры «Инженерия и математика прикладных систем искусственного интеллекта»:

- К замечаниям по автореферату можно отнести целесообразность более явного представления пользовательского контура применения: краткого описания ключевых сценариев взаимодействия врача и пациента с системой (назначение упражнений, контроль выполнения, получение отчётности и интерпретация обратной связи), что повысило бы наглядность практической компоненты предлагаемого решения.

9. Федеральное казённое образовательное учреждение высшего образования «Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний», составленный Соловьевым А.С. доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры безопасности информации и защиты сведений, составляющих государственную тайну:

- В автореферате целесообразно более явно отразить методические основания выбора целевых метрик и критериев качества (в том числе показать логику их сопоставления с альтернативными показателями, применяемыми в близких задачах компьютерного зрения и биомеханического анализа), поскольку это повысило бы прозрачность интерпретации результатов и облегчило бы их сравнение с существующими подходами.

Во всех поступивших отзывах отмечено, что отраженные в них замечания не носят принципиального характера и не снижают общего научного уровня диссертации.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, высоким профессионализмом и научными достижениями в рассматриваемой области, наличием цитируемых публикаций, соответствующих сфере диссертационного исследования соискателя, а также способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Официальным оппонентом д.т.н., доцентом Обуховым А.Д. за последние 5 лет опубликовано 11 научных работ в рецензируемых изданиях в области, соответствующей теме оппонируемой работы; официальным оппонентом д.т.н.,

профессором Иващенко А.В. за последние 5 лет опубликовано 7 научных работ в рецензируемых изданиях в области, соответствующей теме оппонируемой работы.

Сотрудниками кафедры «Информационно-вычислительные системы» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» за последние 5 лет опубликовано 9 научных работ в рецензируемых изданиях в области, соответствующей теме диссертационной работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обусловлен также отсутствием совместных с соискателем проектов и печатных работ, а также тем, что соискатель и научный руководитель не являются работниками данных организаций.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны взаимосвязанные методы и алгоритмы цифровой обработки визуальной информации, а также программные и архитектурные решения для автоматизированной поддержки принятия врачебных решений, в том числе:

1) Разработаны метод и алгоритмическое обеспечение цифровой обработки визуальной информации, отличающиеся от существующих тем, что реализуют безмаркерную оценку позы человека, позволяющие извлекать амплитудно-скоростные характеристики движения в режиме реального времени;

2) Разработан метод интеллектуального анализа пространственно-временных паттернов движений посредством обработки визуальной информации, отличающийся от существующих реализацией оценки траекторий ключевых точек движения, позволяющий автоматически классифицировать типы отклонений кинематико-скоростных профилей движения верхней конечности;

3) Разработано алгоритмическое обеспечение локальной и распределённой обработки медицинских визуальных данных, отличающееся модифицированной компактной нейросетевой моделью, позволяющее выполнять весь вычислительный цикл на стороне клиента без серверной обработки;

4) Разработана архитектура автоматизированной информационной системы поддержки принятия врачебных решений, отличающаяся микросервисной архитектурой с включением модулей оценки паттернов движения по

монокулярному зрению, позволяющая реализовать цикл «наблюдение–оценка–адаптация» и динамически корректировать реабилитационный протокол упражнений по объективным кинематическим признакам;

предложена концепция нейросетевой безмаркерной оценки позы по монокулярному RGB-видео для извлечения амплитудно-скоростных параметров в реальном времени на устройстве с интеграцией в телереабилитацию и АИС поддержки решений;

доказана перспективность решений для домашней реабилитации за счёт локальной обработки, интерактивной обратной связи и передачи врачу объективных (в т.ч. агрегированных) данных для дистанционного мониторинга и корректировки программы;

Теоретическая значимость обоснована тем, что:

доказана целесообразность разработки и формализации методов цифровой обработки визуальной информации, предназначенных для безмаркерного извлечения амплитудно-скоростных параметров движений верхнего плечевого пояса и интеллектуального анализа их пространственно-временных паттернов;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы автоматической обработки визуальных данных, машинного и глубокого обучения, статистического анализа, а также методы цифровой обработки сигналов;

изложены принципы применения методов цифровой обработки визуальной информации при анализе движений человека, обеспечивающих основу для построения метода оценки двигательных паттернов;

раскрыты недостатки традиционных клинико-функциональных методов (шкалы, гониометрия, фотограмметрия): низкое временно-пространственное разрешение, субъективность и трудоёмкость, что ограничивает объективный мониторинг движений в реальном времени;

изучены принципы построения автоматизированных информационных систем с локальной обработкой видеопотока на оконечном устройстве и передачей в сеть только агрегированных результатов;

проведена модернизация существующих алгоритмов обработки медицинских визуальных данных за счёт применения компактной нейросетевой модели, позволяющей выполнять весь вычислительный цикл на стороне клиента без серверной обработки.

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

разработаны и внедрены:

- метод и алгоритмическое обеспечение безмаркерной оценки позы и извлечения амплитудно-скоростных характеристик в реальном времени; метод анализа пространственно-временных паттернов движений для классификации отклонений; алгоритмы клиентской обработки медицинских видеоданных; архитектура АИС поддержки врачебных решений с циклом «наблюдение–оценка–адаптация» и динамической корректировкой протокола, - внедрены в ООО «Басалдук»;

- метод и алгоритмическое обеспечение безмаркерной оценки позы и извлечения амплитудно-скоростных характеристик в реальном времени; метод анализа пространственно-временных паттернов движений для классификации отклонений; алгоритмы клиентской обработки медицинских видеоданных; архитектура АИС поддержки врачебных решений с циклом «наблюдение–оценка–адаптация» и динамической корректировкой протокола, - внедрены в ООО «ЦМР»;

- результаты работы по анализу методов визуальной обработки для объективной оценки двигательных паттернов и алгоритмы оценки нарушений функции верхних конечностей внедрены в учебный процесс кафедры «Математическая кибернетика и информационные технологии» МТУСИ;

- использование результатов работы на практике подтверждено соответствующими актами о внедрении.

определены границы применимости графовых представлений скелетных данных к медицинским движениям, а также перспективы их практического применения;

создано алгоритмическое и программное обеспечение автоматизированной

информационной системы поддержки принятия врачебных решений;

представлены исследования по сравнительному анализу нейросетевых архитектур по показателям точности, скорости и вычислительной сложности.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ: проведены натурные эксперименты с использованием программно-аппаратного комплекса, включающие валидацию угла сгибания плеча в стандартизованном тесте «90°» на N=10 испытуемых (по 5 повторов) с инерциальной референцией «СТЭДИС-Кинематика», а также пилотную эксплуатацию в амбулаторных и домашних условиях (около 80 пациентов);

теория построена с использованием в качестве базы современных методов и моделей, применяемых для построения скелетных моделей человека, а математическую основу исследования составляют адаптированные для решения поставленных задач методы анализа данных, машинного обучения и математической статистики;

идея базируется на анализе и обобщении результатов отечественных и зарубежных исследований и разработок в области компьютерного зрения и безмаркерной оценки позы человека, цифровой обработки визуальной информации и интеллектуального анализа двигательных паттернов в задачах медицинской реабилитации;

использовано сравнение полученных соискателем данных и известных результатов по тематике диссертационной работы, полученных ранее и представленных в научных источниках по рассматриваемой тематике;

установлены качественные преимущества результатов, полученных автором, по сравнению с результатами в независимых источниках по задаче определения безмаркерной оценки позы человека в медицинской реабилитации;

использованы современные методы сбора и обработки исходных данных, современные технологии программирования (язык программирования Python, механизм контейнеризации Docker и др.).

Личный вклад соискателя состоит в формулировании цели и задач,

