

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Першина Ильи Андреевича
«Глубокие модели в медицинской диагностике на основе внимания рентгенолога»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 1.2.1 «Искусственный интеллект и машинное обучение»
(технические науки).

Актуальность

Актуальность диссертации И.А. Першина связана с предложением эффективного подхода к преодолению главного барьера в развитии прикладного ИИ для медицины — фундаментального дефицита данных. Стоимость и время, затрачиваемые на получение пиксель-точных сегментационных масок и экспертных аннотаций, являются основным тормозом для создания робастных моделей.

В этой парадигме работа автора крайне актуальна, так как предлагает решение на двух уровнях:

1. На уровне сбора данных. Предлагается использовать более "дешевый" и естественный для эксперта сигнал — траекторию взгляда — в качестве источника данных.
2. На уровне синтеза данных. Разработан метод LogitGaze-Med, позволяющий мультиплицировать этот дефицитный ресурс, создавая синтетические данные о внимании.

Таким образом, работа направлена на решение критической инженерной задачи по снижению стоимости и повышению эффективности создания медицинских систем ИИ, что полностью соответствует паспорту специальности 1.2.1.

Структура работы, степень обоснованности и достоверности

Диссертация имеет традиционную и логичную структуру, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений.

Во введении обоснована актуальность, сформулированы цель, задачи, научная новизна и практическая значимость. В первой главе представлен исчерпывающий аналитический обзор существующих подходов, который позволил автору корректно сформулировать пробелы в исследованиях и обосновать задачи диссертации. Во второй главе описан разработанный программно-аппаратный комплекс (ПАК) и уникальный набор данных, собранный с его помощью. В третьей главе изложены ключевые разработанные методы: генератор LogitGaze-Med и способ интеграции его данных в классификатор. В четвертой главе представлен метод GazeSAM и результаты его апробации.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается:

1. Корректным применением современного математического аппарата и инструментария машинного обучения.
2. Репрезентативной экспериментальной базой, включающей как общедоступные наборы данных, так и уникальный набор данных, собранный лично автором с привлечением практикующих рентгенологов.
3. Статистической значимостью полученных численных результатов (прирост AUROC на 10%, ScanMatch до 48%, DSC на 24%), которые последовательно доказывают преимущество предложенных методов над аналогами.

4. Глубокой апробацией на ведущих мировых конференциях (NeurIPS, CVPR, ICLR) и в рецензируемых журналах, что подтверждает международное признание научной новизны.

Научная новизна

В работе получен ряд новых научных результатов, выносимых на защиту, которые, в отличие от многих аналогов, носят не только теоретический, но и выраженный инженерный характер:

1. Метод генерации синтетических траекторий взгляда LogitGaze-Med, отличительной особенностью которого является использование семантической информации из визуально-языковых моделей (метод "логит-линзы"), что является новым подходом к моделированию когнитивных процессов для аугментации данных.
2. Комплекс программных и аппаратных средств (ПАК) для сбора и синхронизации данных о взгляде и манипуляциях врача, который является самостоятельным инженерным результатом, позволяющий верифицировать все остальные положения работы.
3. Метод интерактивной сегментации GazeSAM, впервые использующий взгляд врача в качестве прямого управляющего сигнала в гибридном контуре с Foundation Model (SAM).
4. Способ повышения качества классификации и интерпретируемости моделей ИИ путем их обучения с использованием сгенерированных синтетических данных о взгляде.
5. Выявленные объективные паттерны во взгляде, коррелирующие с когнитивной нагрузкой врача, что имеет самостоятельную научную ценность.

Научная и практическая значимость

Теоретическая значимость работы состоит в развитии методов создания гибридных человеко-машинных систем и, в частности, развитии методов аугментации данных, основанных на симуляции когнитивных процессов.

Практическая значимость определяется высокой степенью готовности предложенных решений к внедрению:

1. Метод LogitGaze-Med предоставляет инструмент для снижения стоимости создания датасетов для обучения ИИ.
2. Метод GazeSAM имеет прямой потенциал внедрения в рабочие станции рентгенолога (PACS), что позволиткратно ускорить процесс оконтуривания и снизить рутинную нагрузку на врачей.
3. Созданный ПАК является готовым стендом для дальнейших исследований в области когнитивных наук и эргономики медицинских систем.

Замечания

Несмотря на высокую общую оценку, работа не лишена дискуссионных моментов и требует следующих замечаний, в основном инженерного и методологического характера:

1. Устойчивость к "сдвигу домена" (Domain Shift). Модель LogitGaze-Med обучена на данных, полученных с конкретного ПАК. Насколько устойчив этот генератор? Как он поведет себя на изображениях из другой клиники, полученных на другом сканере, с другими настройками контрастности и постобработки? В работе не хватает тестов на OOD-данных (Out-of-Distribution).
2. В работе недостаточно исследованы особенности концентрации внимания рентгенолога и не построены модели для оптимального и негативного случаев.

3. Вычислительная эффективность и задержка (Latency). Метод GazeSAM позиционируется как ускоряющий работу. Однако он сам по себе вносит дополнительную вычислительную нагрузку (обработка трека, запуск GazeSAM). В диссертации не приведена оценка этой задержки (latency) в миллисекундах. Не получается ли, что выигрыш в "кликах" нивелируется проигрышем в "отзывчивости" интерфейса?

Указанные замечания не умаляют научной и практической ценности работы и носят, в основном, дискуссионный характер, указывая на направления для дальнейших исследований.

Заключительная оценка

Таким образом, диссертация Першина Ильи Андреевича «Глубокие модели в медицинской диагностике на основе внимания рентгенолога» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная научная и инженерная задача по разработке и исследованию комплекса моделей ИИ, интегрирующих данные о визуальном внимании эксперта. Работа соответствует паспорту специальности 1.2.1 – Искусственный интеллект и машинное обучение. Автореферат и публикации достоверно и в полной мере отражают содержание диссертации.

Считаю, что диссертация в полной мере соответствует требованиям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» (утв. Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (с изм.)), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Першин Илья Андреевич, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук по специальности 1.2.1 – Искусственный интеллект и машинное обучение.

Официальный оппонент, доктор технических наук, профессор, директор Передовой медицинской инженерной школы ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Адрес: 443001, г. Самара, ул. Арцыбушевская, 171

Тел: +7 (904) 731 98 90

Эл. почта: pmish@samsmu.ru

Официальный оппонент, д.т.н.

Amf

Иващенко Антон Владимирович

17 ноября 2025 г.

Подпись Иващенко А.В. заверяю:

Начальник отдела кадров по персоналу подразделений управления, учебного процесса и науки
ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России



Ю.Д. Абакумова