

## **ОТЗЫВ**

члена диссертационного совета Позднякова Александра Владимировича на диссертацию Кассаба Димы Халед Ибрагим на тему: «Возможности нейросетевого анализа цифровых рентгенограмм позвоночника в автоматической оценке степени сколиоза», представленную на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по научной специальности 3.1.25. Лучевая диагностика

### **Актуальность темы диссертации и её связь с практическими проблемами здравоохранения**

В последние годы нейросетевые технологии становятся все более популярными в медицине, особенно в области анализа медицинских изображений. Нейросетевые алгоритмы демонстрируют высокую эффективность в обработке изображений, позволяя выявлять паттерны и отклонения, которые могут быть не видны при визуальном осмотре. Тем не менее, для успешной реализации таких систем необходимы качественно размеченные данные и постоянное обучение алгоритмов, что требует междисциплинарного подхода и сотрудничества специалистов в области рентгенологии, нейронауки и программирования. В перспективе такие технологии могут существенно изменить подход к диагностике и лечению сколиоза, улучшая качество жизни пациентов.

В связи с этим, одним из актуальных направлений в рентгенологии является автоматическая оценка степени сколиоза, на основе цифровых рентгенограмм позвоночника, которая убедительно представлена в данной работе.

### **Научная новизна исследования**

Настоящая работа является научным исследованием, выполненным впервые, изучающим возможности искусственных нейронных сетей в автоматической оценке сколиоза по данным рентгенографии позвоночника в прямой проекции. Диссертантом и её коллегами разработана интеллектуальная программа для автоматического измерения угла Кобба и определения степени сколиоза. Кроме того, впервые проведены клинические испытания программы автоматической оценки сколиоза в многопрофильной больнице, которая имеет большой опыт экспертной оценки степени деформации позвоночника по спондилографическим исследованиям.

### **Практическая значимость исследования**

Диссертационное исследование Кассаба Д. Х.И. направлено на решение актуальной задачи в научном плане и практической работе – повышению диагностической эффективности определения степени сколиотической деформации позвоночника по

данным нейросетевого анализа рентгенологических изображений, а также в глобальном плане автоматизации в здравоохранении на основе внедрения в медицине ИИ. Практическая значимость диссертационного исследования основана на следующем:

- разработана новая программа автоматической оценки степени сколиоза на основе работы обученной нейросети, которая оптимизирует оценку спондилограмм пациентов с боковым искривлением позвоночника во фронтальной плоскости;

- выполнены клинические испытания новой программы ИИ, подтвердившие точность определения степени сколиоза, особенно у лиц с искривлением позвоночника более 10 градусов.

- разработанную программу искусственного интеллекта целесообразно использовать, как инструмент объективного измерения угла сколиоза, не допускающего субъективного толкования и ошибок при скрининговом обследовании пациентов с осевой деформацией позвоночника.

#### **Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформированных в диссертации**

В диссертации представлен глубокий анализ англо- и русскоязычных источников, в котором отражена вариабельность измерения угла Кобба. Из этого вытекает основная задача диссертационной работы – разработка усовершенствованного метода измерения угла Кобба на основе искусственного интеллекта, не допускающего субъективизма при анализе спондилограмм.

Научный уровень исследования не вызывает сомнения, поскольку отличается полнотой изучения проблемы и объективным подходом. Вскрыт и проанализирован фактор субъективности измерения угла Кобба врачом-рентгенологом по рентгенограммам пациентов, страдающих сколиозом. На этом основании у диссертанта созрела идея возможного внедрения программы автоматического измерения угла Кобба и определения степени сколиоза в клиническую практику. Достоверность положений, выносимых на защиту, и выводов диссертации основана на анализе репрезентативной выборки с помощью современных статических методов.

Результаты диссертационного исследования обсуждены на российских и международных научно-практических конференциях, представлены в достаточном количестве печатных работах, из которых 5 публикаций в журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, одна публикация в журнале, индексируемом в международной базе Scopus. Получено свидетельство о государственной регистрации базы данных с названием «База данных рентгенограмм



позвоночника со сколиозом различных степеней» (XrScl) и свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «Esper.Scoliosis».

Практические рекомендации диссертации свидетельствуют о возможности использования новой программы любым врачом-рентгенологом при анализе рентгенограмм позвоночника в прямой проекции для получения более точных результатов оценки сколиоза.

### **Оценка содержания диссертационной работы**

Диссертация Д. Х. И. Кассаба написана традиционно и состоит из введения, четырех глав, выводов, заключения, практических рекомендаций, списка сокращений, списка отечественной и зарубежной литературы и приложений. Диссертация напечатана в двух томах. Русский вариант изложен в первом томе на 129 страницах, а его английская копия представлена во втором томе на 124 страницах машинописного текста. Работа содержит 43 рисунка и 8 таблиц. Список литературы включает 98 источников, из которых 31 – отечественный и 67 – зарубежный.

Во введении автор коротко обосновала актуальность темы диссертационного исследования, которая логично вытекает из обзора литературы. Здесь отражена цель диссертационного исследования и сформулированы основные задачи работы. Раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования, соответствие диссертации паспорту специальности, отражена степень достоверности результатов работы и их апробация, личный вклад соискателя, основные научные результаты, отраженные в публикациях, а также положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена тщательному анализу литературы по заданной теме, из которого вытекают нерешенные вопросы в точной оценке сколиоза, требующие проработки и решения. Это позволило автору сформулировать цель исследования и определить основные задачи для её достижения.

Во второй главе представлены материал и методы исследования. Материалы собраны диссертантом в двух разных медицинских учреждениях в виде цифровых рентгенограмм позвоночника 2645 пациентов с различной степенью сколиоза в количестве, достаточном для создания программы и её тестирования. К числу методов исследования относятся: цифровая рентгенография позвоночника в прямой проекции, методы нейросетевого и статического анализа.

В третьей главе – «Результаты оценки работы интеллектуальной программы и их обсуждение», представлены результаты собственных исследований. Проведенный анализ включал: 1. точность программы ИИ в определении степени сколиоза; 2. точность программы ИИ в определении угла Кобба. По результатам исследования не наблюдалось



значительной разницы, т.е. вариабельности измерения угла Кобба  $\leq 2,5$  градусов, между двумя методиками (врача и ИИ). Кроме того, только 2,8% результатов признаны неудовлетворительными (вариабельность измерения более 5 градусов), из них 50% ошибок были связаны с недостаточной чёткостью изображения позвоночника, что привело к некорректности в автоматическом обнаружении тел позвонков с помощью программы ИИ.

Глава четвертая – «Результаты клинических испытаний программы ИИ», отражает результаты испытания нового метода анализа сколиоза с помощью нейронных сетей. Клинические испытания показали, что диагностика различных степеней сколиоза с помощью искусственного интеллекта выполняется с высокой точностью, чувствительностью и специфичностью. Автор также сравнивает результаты, полученные с помощью программы ИИ с данными диагностики эксперта-рентгенолога, имеющего большой опыт определения степени сколиоза. Выводы, к которым приходит автор работы: программа ИИ позволяет диагностировать и с высокой точностью оценить степень сколиотической деформации позвоночника, при этом она лишена субъективизма, экономит время врача, что имеет важное практическое значение.

Завершается диссертация заключением, которое коротко отражает процесс создания программы ИИ, результаты её работы и обсуждаются полученные результаты. По итогу, диссертационная работа соискателя является научным обоснованием применения интеллектуальной программы в качестве объективной методики определения степени сколиоза и измерения угла Кобба на фронтальных рентгенограммах, что позволяет рекомендовать её к использованию в практическом здравоохранении

Выводы диссертации обоснованы, чётко сформулированы, логически следуют из содержания работы и соответствуют поставленным задачам.

Положения, выносимые на защиту, научно обоснованы и доказаны.

Принципиальных замечаний, также как и недостатков при анализе работы, мною не выявлено.

К диссертанту есть несколько вопросов:

1. В диссертации один и то же новый метод оценки сколиоза представлен разными терминами: программа искусственного интеллекта; автоматическая система на основе искусственной нейронной сети; программное обеспечение на основе ИИ для лучевой диагностики сколиоза; нейросетевой анализ цифровых рентгенограмм позвоночника в автоматической оценке степени сколиоза; интеллектуальная система оценки угла Кобба на основе нейросети. Понятно, что это всё синонимы, которые применяются нами, однако

может ограничиться одним термином для единообразия? Что Вы думаете по этому поводу?

2. Будете ли Вы дальше дорабатывать имеющуюся программу ИИ или она является законченным вариантом?

### Заключение

С учетом всего вышесказанного полагаю: диссертация Кассаб Димы Халед Ибрагим на тему: «Возможности нейросетевого анализа цифровых рентгенограмм позвоночника в автоматической оценке степени сколиоза», является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи, имеющей значение для развития медицинской науки и, в частности, клинической рентгенологии.

Нарушений пунктов 9, 11 Порядка присуждения Санкт-Петербургским государственным университетом ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук соискателем ученой степени мною не установлено.

Диссертация Кассаб Дима Х.И. соответствует паспорту специальности 3.1.25. Лучевая диагностика, а также критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, установленным приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете» и рекомендована к защите в СПбГУ.


Член диссертационного совета, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской биофизики и физики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России

« 17 » 01 2025г  
дата

  
подпись

Поздняков Александр Владимирович



  
20\_\_ г.  
Нач. отдела  
Е.Н. Майорова

Подпись Позднякова Александра Владимировича заверяю.

Контактная информация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
Адрес: 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д.2,  
тел.: +7 (812) 295-06-46; +7 (812) 542-89-84,  
адрес эл. почты: [spb@gpmu.org](mailto:spb@gpmu.org), веб-сайт: [www.gpmu.org](http://www.gpmu.org)