

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета, д.м.н., профессора Демешко Павла Дмитриевича, на диссертацию Кассаб 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**

Идиопатические сколиозы в структуре патологии опорно-двигательного аппарата занимают одно из первых мест, составляя в среднем 4-8%. Отмечен рост числа детей с заболеванием костно-мышечной системы, в частности, с разнообразными деформирующими дорсопатиями. Выявление деформации на ранней стадии развития в период формирования скелета, позволит приостановить прогрессирование искривлений и патологические процессы с ним связанные. Для этого проводят скрининговое обследование детей и подростков на правильность осанки и в случае подозрения на искривления позвоночной оси проводят рентгенографическое исследования позвоночника. Важно исключить среди причин сколиоза аномалии развития скелета, которые сложнее всего лечить. При их отсутствии определяются консервативные и оперативные методы лечения нарушения осанки и разных степеней сколиоза.

Использование технологий искусственного интеллекта (ИИ) в рентгенодиагностике широко изучается в настоящее время. Единичные программы ИИ, в качестве системы поддержки принятия врачебного решения (СППВР), получившие регистрационное удостоверение, как медицинское изделие, начинают использоваться в практической работе рентгенологов. Они позволяют сортировать норму от патологии, классифицировать патологию, выделяя её на диагностическом изображении, а также помогают в проведении сложных измерений. Поскольку диагностика сколиоза проводится рентгенологом субъективно, то обученная программа ИИ могла бы сделать эту работу объективно, точно и быстро.

В литературе есть указания на наличие модулей ИИ для анализа сколиоза по спондилограммам, но они разработаны не в России, и обучены на малом объёме рентгенограмм, без достаточного количества снимков с выраженной степенью сколиоза.

Таким образом, соискателем выбрана актуальная тема научного исследования, имеющая также большое практическое значение.

## **Научная новизна исследования, полученных результатов, выводов и практических рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Новизна данной диссертационной работы заключена в разработке новой отечественной интеллектуальной программы анализа спондилограмм, в качестве СППВР в диагностике факта наличия или отсутствия сколиотической деформации позвоночника и его степени выраженности по величине угла Кобба.

Впервые проведен анализ диагностической эффективности новой программы ИИ в оценке сколиоза.

Впервые изучены ошибки в разметке границ тел позвонков созданной программой, работающей на технологиях ИИ и математических алгоритмах.

Впервые разработана программа ИИ для анализа спондилограмм, позволяющая это сделать теми разными способами, которые имеют место на практике.

Впервые сопоставлены диагностические возможности программы ИИ с работой врача-эксперта, который имеет большой стаж ответственной работы по анализу сколиозов у лиц призывного возраста по направлению военной комиссии.

Разработанная программа ИИ пластична, т.к. результаты выделения дуг искривления, их локализация и величина могут быть скорректированы рентгенологом после обработки снимка программой. В этом есть преимущество программы ИИ, что у рентгенолога есть выбор использования метода измерения угла Кобба из 3-х предложенных вариантов, чтобы соответствовать тем стандартам, которыми руководствуются в конкретном медицинском учреждении.

### **Значение полученных результатов для теории и практики**

Научно-практическая значимость полученных результатов диссертационной работы Кассаба Д.Х.И. заключается в создании нового метода нейросетевого анализа цифровых рентгенограмм позвоночника в автоматической оценке степени сколиоза.

Практическое использование разработанной программы, её многочисленное тестирование на рентгенограммах, выполненных на разных физико-технических режимах и рентгеновских аппаратах позволят сделать её ещё более точной и уникальной.

Большое практическое значение эта программа будет иметь после получения регистрационного удостоверения государственного образца для возможности её внедрения и официального использования.

### **Обоснованность и достоверность научных положений и выводов**

Командная работа соискателя с компанией-разработчиком и врачами-рентгенологами позволила реализовать идею создания нового интеллектуального продукта компьютерного зрения в диагностике сколиозов.

Степень достоверности результатов исследования, определяется репрезентативным объёмом выборки рентгенологических изображений, применением цифровой рентгенографии и технологий искусственного интеллекта. Диссертант собирала более 2,5 тысяч снимков позвоночника с разными степенями сколиоза и без него, и с помощью разработчика обучила искусственную нейросеть анализировать спондилограммы на предмет сколиоза. В результате получила свидетельство о государственной регистрации базы данных, а в последующем и самой программы для ЭВМ «Esper.Scoliosis».

Автором опубликовано достаточное количество работ, в которых представлены основные результаты диссертационного исследования, из них 5 публикации в журналах ВАК, 2 статьи в журналах по специальности 3.1.25 лучевая диагностика. Апробация результатов работы представлена в виде докладов на многочисленных конференциях, в том числе международных.

Основные результаты диссертации представлены тремя положениями, выносимыми на защиту. Все выводы отвечают поставленным задачам исследования.

#### **Оценка структуры и содержания работы**

Диссертация Д. Х. И. Кассаба написана на 129 страницах машинописного текста на русском языке и на 124 страницах на английском языке, имеет обычную структуру.

Введение посвящено актуальности темы диссертационного исследования и включает традиционные разделы, которые соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям.

Первая глава – обзор отечественной и международной литературы отражает возможности методов лучевой диагностики сколиоза. Анализ литературы позволил автору определить нерешенные задачи по оценке степени сколиоза, по измерению угла искривления и попытках создания интеллектуальных программ, основанных на нейросетях. В этой главе соискатель также анализирует разные перспективы использования ИИ в области рентгенологии.

Глава вторая – материал и методы исследование, начинается с пояснением процесса создания автоматического нейросетевого метода оценки сколиоза. Раздел включает подробное описание материалов, собранных для машинного обучения нейронных сетей, и методов лучевой диагностики, статистики для решения основных задач диссертации. Использованы 3 различных набора (датасета) рентгенограмм для тестирования нового метода, для клинических испытаний и для сравнения его точности с работой эксперта-рентгенолога.

Глава третья – отражает результаты измерения угла сколиоза новым автоматическим способом. Изучены особенности измерения углов различной степени сколиоза по

предложенному методу и в сравнении с обычным методом, используемым рентгенологом. Показано, что существует незначительная разница в измерениях угла Кобба при использовании этих двух методов.

Глава четвертая – представляет результаты клинических испытания программы ИИ. В работе показано, что определение различных степеней сколиоза с помощью метода искусственного интеллекта возможно с высокой чувствительностью и специфичностью. Автор также сравнивает работу метода ИИ с работой эксперта-рентгенолога (имеющего большого опыта работы со сколиозом) и делает обоснованные выводы о том, что новый метод ИИ является точным способом оценки сколиотических деформаций позвоночника по спондилограммам и может значительно сэкономить время врача при его внедрении в клиническую практику.

Заключение построено на коротком изложении результатов решения поставленных задач, с обсуждением и обобщением. Автор освещает преимущества нового метода в автоматической оценке сколиоза на основе работы обученной нейронной сети, по сравнению с исследованиями других авторов на последний 10 лет.

Таким образом, диссертация обладает внутренним единством, написана автором единолично, а полученные результаты диссертационного исследований решили поставленную цель – повышение диагностической эффективности определения степени сколиотической деформации позвоночника по данным нейросетевого анализа рентгенологических изображений.

В работе принципиальных замечаний нет, а найденные грамматические и стилистические ошибки в тексте, не умаляют её качество исполнения.

В процессе анализа диссертации возникли вопросы к автору, на которые хотелось бы получить ответы:

1. На Ваш взгляд, какова роль врача-рентгенолога в разработке программ ИИ для лучевой диагностики?
2. На Ваш взгляд, чем обусловлена вариабельность измерений угла Кобба по спондилограммам?
3. Какие есть пути для снижения вариабельности угла сколиоза?

### **Заключение**

Диссертация Кассаб Димы Халед Ибрагим на тему «Возможности нейросетевого анализа цифровых рентгенограмм позвоночника в автоматической оценке степени сколиоза» по своей актуальности, научной и практической значимости,

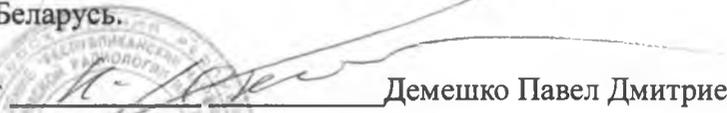
является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи – повышения диагностической эффективности оценки сколиоза с помощью нейросетевого анализа, что имеет значение для развития соответствующей отрасли знаний.

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, написанная Кассаб Димы Халед Ибрагим соответствует паспорту специальности 3.1.25. Лучевая диагностика и по своей структуре соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата 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, главный научный сотрудник лаборатории лучевой терапии государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н.

Александрова», Республика Беларусь.

«13» 01 2025г.  Демешко Павел Дмитриевич  
дата \_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_

  
Подпись \_\_\_\_\_  
удостоверяю \_\_\_\_\_  
Инспектор \_\_\_\_\_  
И.И. Калдов

Контактная информация:

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова», Республика Беларусь 223040 аг. Лесной Минский район, Минская область, лаборатория лучевой терапии, тел.: +375 (17) 389-99-900, адрес эл. почты: [oncobe@omr.by](mailto:oncobe@omr.by), веб-сайт: [www.omr.by](http://www.omr.by)