

курса в качестве закрепления и отработки правильного паттерна может проводиться дополнительный курс 2-3 раза в неделю с повтором основного курса через 1-3 месяц. Однако, это требует должного изучения. На данный момент есть публикация, посвященная исследованию детей от 8 до 14 лет с идиопатическим сколиозом, которые получали лечение методом ЭМГ-БОС. Наблюдение проводилось с 2009 по 2021 год. По результатам исследования было выяснено, что получение полноценного и долгосрочного клинического эффекта при применении БОС по ЭМГ возможно лишь при увеличении количества процедур до 20 на курс, а в более тяжелых случаях до 25. Курс лечения, состоящий из 15 процедур, возможен лишь у пациентов с легкими формами деформации[6].

ВЫВОДЫ

1. В педиатрической практике немедикаментозные, неинвазивные, безопасные методы реабилитации всегда будут получать приоритет и биоуправляемая игровая среда, позволяющая отработать навыки саморегуляции и самоконтроля в реальном времени, наиболее полно этому соответствует.

2. ЭМГ-БОС тренажер имеет множество преимуществ, таких как доступность, универсальность для всех групп мышц, наличие объективных показателей оценки динамики процесса тренировки, может обеспечить персонализированный подход в терапии и высокую мотивацию пациента за счет активного вовлечения в реабилитационный процесс.

3. Данный ЭМГ-БОС тренажер может заполнить пробел между дорогостоящим высокотехнологичным оборудованием в стационаре и домашней доступной реабилитацией, что требует дальнейшего развития проекта и клинических испытаний.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Umac, E.H. Effect of biofeedback-based interventions on the psychological outcomes of pediatric populations: a systematic review and meta-analysis/ E.H. Umac, R. Semerci // Appl. Psychophysiol. Biofeedback. – 2023. – Vol. 48 № 3. – P. 299–310.
2. Real-Time and Dynamically Consistent Estimation of Muscle Forces Using a Moving Horizon EMG-Marker Tracking Algorithm—Application to Upper Limb Biomechanics/ F. Bailly, A. Ceglia, B. Michaud [et al.] // Front. Bioeng. Biotechnol. – 2021. – Vol. 9 № 642742. – P. 12.
3. Диагностика и лечение сколиоза у детей: учебное пособие /О.Б. Челпаченко, К.В. Жердев, М.М. Лохматов, С.П. Яцык. - Москва: Деловая полиграфия – 2023. — С. 100.
4. Сколиоз у детей: новые подходы к решению важной медикосоциальной проблемы/ А.Г. Куликов, Т.Н. Зайцева, О.П. Пыжевская, Е.Р. Иванова // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. – 2016. – №4. – С. 178-181.
5. Ultrasonographic evaluation of Achilles tendon in children with flatfoot: A case-control morphometric study/ Y. Gonul, O. Yucel, M. Eroglu [et al.] // Diagn Interv Imaging. – 2016. – Vol. 97 № 9. – P. 907.
6. Опыт использования метода БОС по параметрам ЭМГ в восстановительном лечении детей с идиопатическим сколиозом/ Т.Н. Сезнева, В.Б. Павлова, Н.А. Ващалова [и др.] // Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. – 2022. – №2. – С. 23-28.

Сведения об авторах

А.К. Кожевникова* – студент лечебно-профилактического факультета

Е.М. Чернова – ассистент кафедры детских болезней лечебно-профилактического факультета

Information about the authors

A.K. Kozhevnikova* – student of the Faculty of Medicine

E.M. Chernova – Department assistant

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

kozhevnikovaalisa286@gmail.com

УДК: 616.24-002.5:004.032.26:616-036

ДИАГНОСТИКА ЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Мустафин Фархат Ерикулы, Мусатаева Июнгиль Сулжановна

НАО «Медицинский университет Семей»

Семей, Казахстан

Аннотация

Введение. Легочный туберкулез (ЛТ) и туберкулез органов дыхания остаются серьезной проблемой здравоохранения, согласно данным Всемирной организации здравоохранения. В 2023 году было зарегистрировано около 9,7 миллионов новых случаев туберкулеза, приводящих к более чем 1,4 миллиона смертей. В странах СНГ, включая Россию и Казахстан, туберкулез остается серьезной проблемой. **Цель исследования** – разработать и оценить эффективность нейронной сети для диагностики туберкулеза на основе рентгеновских изображений. **Материал и методы.** В исследовании использовалась сверточная нейронная сеть

(2D-CNN), обученная на разнообразных данных, включая различные типы туберкулеза и нормальные образцы легких. Модель обучалась на обширном наборе данных для обеспечения точности классификации. **Результаты.** Разработанная модель обладает высокой точностью в диагностике ЛТ на рентгенограммах. Она способна точно определять признаки заболевания и перспективна для дальнейшего развития в области автоматизированной диагностики туберкулеза. **Выводы.** Разработанная модель нейронной сети на основе сверточных нейронных сетей (2D-CNN) обладает высокой точностью при диагностике легочного туберкулеза на рентгенограммах. Использование языка программирования Python для разработки модели нейронной сети представляет собой один из ключевых аспектов данного исследования. Внедрение сверточных нейронных сетей в комплексные медицинские информационные системы (МИС) благодаря открытости и гибкости Python. Комплексный подход существенно улучшит процесс диагностики и мониторинга туберкулеза.

Ключевые слова: легочный туберкулез, сверточные нейронные сети, диагностика, рентгеновские снимки, Python.

DIAGNOSIS OF LUNG DISEASES BASED ON A NEURAL NETWORK

Mustafin Farkhat Erikuly, Mussatayeva Iyungul Sulzhanovna

Semey Medical University

Semey, Kazakhstan

Abstract

Introduction. Pulmonary tuberculosis (TB) and tuberculosis of the respiratory organs remain a serious healthcare problem, according to the World Health Organization. In 2023, there were approximately 9.7 million new cases of tuberculosis, leading to over 1.4 million deaths. In the CIS countries, including Russia and Kazakhstan, tuberculosis remains a serious issue. **The aim of this study** is to develop and evaluate the effectiveness of a neural network for diagnosing tuberculosis based on X-ray images. **Material and methods.** The study used a convolutional neural network (2D-CNN) trained on diverse data, including various types of tuberculosis and normal lung samples. The model was trained on an extensive dataset to ensure classification accuracy. **Results.** The developed model demonstrates high accuracy in diagnosing TB on X-ray images. It can accurately identify disease features and is promising for further development in the field of automated tuberculosis diagnostics. **Conclusion.** The developed neural network model based on convolutional neural networks (2D-CNN) has high accuracy in diagnosing pulmonary tuberculosis on X-ray images. The use of the Python programming language for developing the neural network model is one of the key aspects of this study. The integration of convolutional neural networks into complex medical information systems (MIS) due to the openness and flexibility of Python. A comprehensive approach will significantly improve the process of tuberculosis diagnosis and monitoring.

Keywords: pulmonary tuberculosis, convolutional neural networks, diagnostics, X-ray images, Python.

ВВЕДЕНИЕ

Легочный туберкулез (ЛТ) и туберкулез органов дыхания остается одной из наиболее распространенных и опасных инфекционных болезней в мире. По данным Всемирной организации здравоохранения, в 2023 году в мире было зарегистрировано около 9,7 миллионов новых случаев туберкулеза, при этом более 1,4 миллиона человек умерли от этой болезни. В странах СНГ, включая Россию и Казахстан, ситуация с туберкулезом остается крайне серьезной. Например, в 2023 году в России было зарегистрировано 74 201 новых случаев туберкулеза, а смертность от этого заболевания составила 7,2 на 100 тысяч населения. В то же время, в Казахстане в том же году заболеваемость составила 66,7 на 100 тысяч населения, а смертность – 6,9 на 100 тысяч населения. Одним из ключевых методов диагностики туберкулеза является рентгенография грудной клетки. Однако, точность и эффективность этого метода зависят от квалификации врача и доступности специализированных центров, что может быть проблематично в удаленных районах или странах с ограниченными ресурсами. В связи с этим становится важным развитие автоматизированных методов диагностики, способных обеспечить быстрое и точное выявление туберкулеза на ранних стадиях. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью улучшения эффективности и точности диагностики туберкулёза. Это позволит выявлять заболевание на ранних стадиях и назначать своевременное лечение, что в свою очередь поможет снизить распространение болезни и смертность среди населения. На сегодняшний день туберкулез остаётся одной из самых распространённых и опасных инфекционных болезней в мире. Он вызывается бактериями *Mycobacterium tuberculosis* и передаётся воздушно-капельным путём, что делает его особенно контагиозным и проблематичным для контроля. Возникновение пандемии COVID-19 и угроза других инфекционных заболеваний в большом масштабе

натолкнуло медицинское сообщество на разработку и внедрение новых технологий для более эффективной диагностики и лечения. Понимание и борьба с легочным туберкулезом остаются актуальными задачами как на уровне отдельных стран, так и на глобальном уровне. Статистика свидетельствует о необходимости разработки более точных и эффективных методов диагностики и лечения легочного туберкулеза. В данном исследовании рассматриваются возможности применения и разработки нейронных сетей для диагностики легочного туберкулеза на основе анализа рентгеновских снимков и предсказания версии туберкулеза. Нейронные сети представляют собой мощный инструмент в области медицинской диагностики, позволяющий автоматизировать процесс анализа изображений и делать точные прогнозы на основе данных. Их применение в диагностике туберкулеза может значительно улучшить эффективность выявления и классификации заболевания, что в свою очередь способствует более эффективному лечению и контролю распространения болезни [1,2].

Цель исследования – разработка и оценка эффективности нейронной сети для диагностики туберкулеза на основе рентгеновских изображений. Данная работа представляет инновационную архитектуру двумерной сверточной нейронной сети (2D-CNN), специально разработанную для классификации рентгеновских изображений, что позволяет определить вероятность наличия туберкулеза и его конкретной формы. Это значительно улучшает возможности диагностики и повышает эффективность лечения, а также способствует более раннему выявлению заболевания, что в конечном итоге может снизить его распространение и смертность среди населения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В данном исследовании была использована сверточная нейронная сеть (2D-CNN), обученная на разнообразных данных, включающих различные типы туберкулеза и нормальные образцы легких. Использование 2D-CNN обусловлено его способностью эффективно анализировать двумерные изображения, такие как рентгеновские снимки и позволяет извлекать иерархию признаков из изображений, что делает его эффективным инструментом для классификации и диагностики на основе медицинских изображений. Методика обучения и валидации модели заключалась в разделении данных на обучающий и валидационный наборы. Модель обучалась на обучающем наборе и проверялась на валидационном наборе для оценки ее точности и обобщающей способности. Выбор языка программирования Python для разработки и обучения модели обусловлен его гибкостью и популярностью в области машинного обучения. Python предлагает широкий выбор библиотек, таких как TensorFlow и PyTorch, специально предназначенных для работы с нейронными сетями. Кроме того, Python широко используется в научном сообществе, что облегчает обмен знаниями и опытом.

Объектами исследования были рентгеновские снимки легких, представленные в обучающем и тестовом наборах данных. Критерии отбора включали в себя различные типы и стадии легочного туберкулеза, что позволило создать более обширную и репрезентативную базу для обучения модели. В рамках исследования используются данные о различных видах ЛТ и туберкулез органов дыхания. Все рентгеновские снимки были размечены профессиональными радиологами. Этот набор данных разделен на папки, каждая из которых содержит рентгеновские снимки грудной клетки, представляющие различные формы туберкулеза легких и обычные (нормальные) образцы. Каждый тип туберкулеза имеет свою собственную папку. Каждая папка содержит от 1600 до 2000 рентгеновских изображений, обеспечивая сбалансированное представление исследуемых классов (Таблица 1).

Таблица 1.

Описание рентгенологических форм

№	Форма	Описание	Рентгенологическая картина	Количество рентгеновских снимков
1	Первичный туберкулезный комплекс	Первичная инфекция туберкулезом, проявляется очагом в легких и увеличением лимфатических узлов.	Очаг затемнения в легких, увеличение лимфатических узлов корня легкого.	2000
2	Туберкулез внутригрудных лимфатических узлов	Поражение лимфатических узлов в грудной клетке.	Увеличение лимфатических узлов корня легкого, средостения.	1678
3	Очаговый туберкулез легких	Множественные мелкие очаги поражения в легких.	Мелкие очаги затемнения в легких.	1921
4	Инфильтративный туберкулез легких	Ограниченный очаг поражения в легких, с казеозным распадом.	Инфильтрат (уплотнение) в легких, с казеозным распадом в центре.	1743
5	Диссеминированный туберкулез легких	Множественные очаги поражения, разбросанные по обоим легким.	Мелкие очаги гематогенного или лимфогенного происхождения, равномерно распределенные по легочной ткани.	1890
6	Туберкулома легких	Округлое образование в легких, ограниченное капсулой.	Округлое или овальное образование с четкими контурами.	1967
7	Кавернозный туберкулез легких	Каверна - полость распада легочной ткани.	Округлое или овальное образование с четкими контурами, заполненное секретом.	1712
8	Фиброзно-кавернозный туберкулез	Сочетание каверн и фиброзных изменений в легких.	Деформированные легочные поля, тяжи, каверны.	1600
9	Цирротический туберкулез	Разрастание соединительной ткани в легких, приводящее к их сморщиванию.	Уменьшение объема легких, деформация легочного рисунка.	1985
10	Здоровые легкие	Легочная ткань без патологических изменений.	Легочная ткань с четким легочным рисунком, без затемнений.	1782

Анализ таблицы позволяет сделать вывод о сбалансированности количества изображений в каждой категории. Исходные изображения были масштабированы до размера 224x224 пикселя в формате PNG и подвергнуты аугментации данных, включая случайное смещение, масштабирование и отражение, для увеличения разнообразия обучающего набора данных.

В ходе обучения нейронной сети было проведено 10 эпох. Каждая эпоха состояла из двух подэпох, внутри которых происходил анализ ошибок и их корректировка для увеличения точности модели. После каждой эпохи определялись направления, по которым сеть должна обращать внимание для уточнения диагноза и улучшения качества постановления. Каждая эпоха обучения нейронной сети приносила с собой значительные улучшения в ее производительности и способности точно определять наличие туберкулеза на рентгеновских снимках. Сначала модель показала скромные результаты, но с каждой последующей эпохой ее способность к анализу изображений улучшалась. Это связано с тем, что в процессе обучения нейронная сеть адаптировалась к характерным чертам заболевания на изображениях

и научилась выделять их даже в сложных ситуациях. Confusion matrix, или матрица ошибок, играла ключевую роль в оценке работы модели. На начальных этапах обучения матрица содержала значительное количество ошибок, когда модель неправильно классифицировала изображения. Однако, с увеличением числа эпох, количество ошибок уменьшалось, а точность, чувствительность, специфичность и F1-мера модели увеличивались. Это свидетельствует о том, что нейронная сеть становилась все более зрелой и способной с высокой точностью диагностировать туберкулез на рентгеновских снимках. Процесс улучшения производительности модели с каждой эпохой можно объяснить тем, что нейронная сеть постепенно "обучалась" находить более точные и различительные признаки на изображениях, связанные с туберкулезом. Каждая эпоха позволяла модели обновлять свои веса и параметры таким образом, чтобы минимизировать ошибки и увеличивать точность предсказаний [3,4,5].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты исследования должны предполагать, что разработанная модель нейронной сети на основе сверточных нейронных сетей (2D-CNN) обладает высокой точностью в диагностике ЛТ на рентгеновских снимках. В ходе обучения на обширном наборе данных, включающем различные формы туберкулеза и здоровые образцы, модель проявила способность точно определять признаки заболевания, что делает ее перспективной для дальнейшего развития в области автоматизированной диагностики туберкулеза. Обучение показало постепенное улучшение эффективности модели с увеличением числа эпох, что свидетельствует о ее способности к обучению и адаптации к различным формам. В ходе последней 10 эпохи 2 подэпохи обучения нейронной сети были применены новые тестовые рентгенограммы для каждого класса. Это позволило более точно оценить способность модели различать данные классы, что важно для достижения высокого результата туберкулеза на рентгеновских снимках и рассчитана итоговая точность (рис 1).

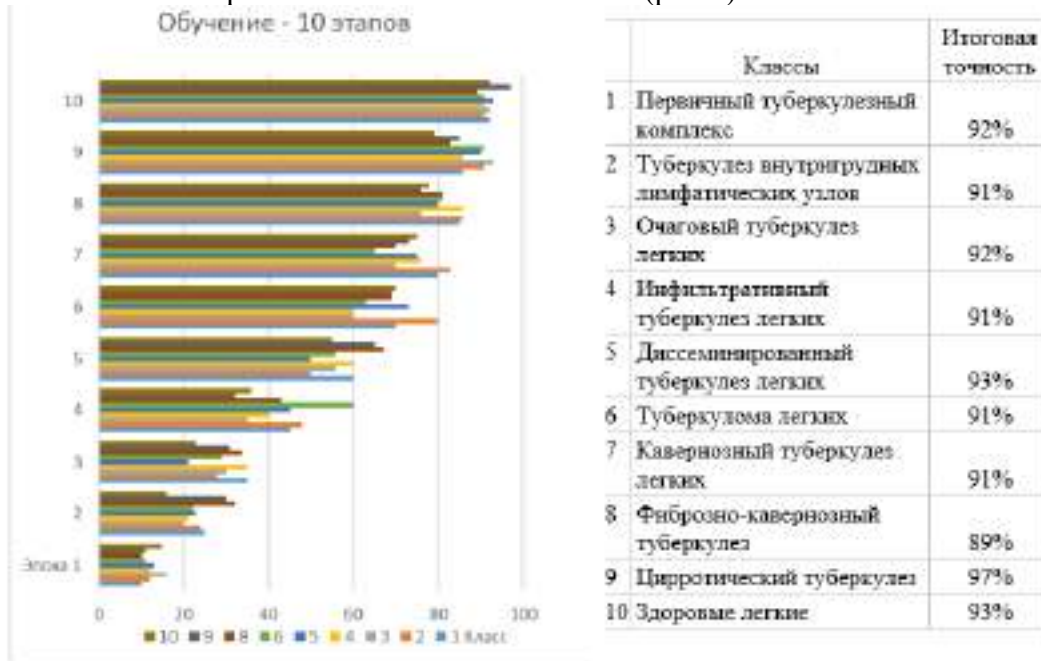


Рис. 1 Обучение модели на наборе данных

Из результатов исследования видно, что некоторые формы туберкулеза показали более высокую точность выявления, чем другие. Например, цирротический туберкулез легких был выявлен с точностью 97%, что является очень высоким показателем. Это может быть связано с характерными признаками этой формы на рентгеновских снимках, которые легче обнаруживать для нейронной сети. С другой стороны, фиброзно-кавернозный туберкулез был выявлен с точностью 89%, что можно считать низким показателем среди других классов. Возможно, это связано с тем, что туберкулома имеет менее характерные и более

разнообразные признаки на рентгеновских снимках. Но для такого разнообразия случаев это является весьма высоким показателем.

Для оценки эффективности модели в целом, необходимо вычислить общую точность классификации данных. Общая точность модели, рассчитанная по формуле (Accuracy). "Accuracy" — это метрика, используемая для оценки производительности модели машинного обучения. Она представляет собой долю правильных предсказаний модели относительно общего числа предсказаний. Точность вычисляется как отношение числа правильных предсказаний к общему числу предсказаний и обычно выражается в процентах (рис 2).

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{Сумма точностей по всем классам}}{\text{Количество классов}} = \frac{92 + 91 + 92 + 91 + 93 + 91 + 91 + 89 + 97 + 93}{920} = \frac{920}{10} = 92\%$$

Рис. 2 Общая точность модели

Результат 92% свидетельствует о высокой эффективности разработанной модели, которая смогла точно классифицировать различные формы туберкулеза на рентгеновских снимках. Эта модель обладает высокой точностью в диагностике туберкулеза, что может быть важным в практическом медицинском применении для ранней диагностики и мониторинга заболеваний.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты данного исследования показывают, что разработанная нейросеть успешно классифицирует различные формы туберкулеза на рентгеновских снимках с высокой точностью. Метрики качества, полученные в процессе обучения и валидации модели, подтверждают ее эффективность. Сравнение с предыдущими работами показывает, что результаты данного исследования сопоставимы с результатами других исследований в области диагностики туберкулеза с использованием нейросетей. Однако, применение современных архитектур нейросетей позволило достичь более высокой точности и эффективности.

Одним из основных ограничений данного исследования является ограниченный размер обучающей выборки, что может сказаться на обобщающей способности модели. Также, важно учитывать возможные ошибки в аннотации данных, которые могут повлиять на качество обучения.

Преимуществами разработанной нейросети являются ее высокая точность и скорость работы, что делает ее перспективным инструментом для автоматизации диагностики туберкулеза. В будущем, модель может быть доработана и расширена для улучшения обобщающей способности и применимости к другим видам заболеваний.

Полученные результаты могут быть применены в клинической практике для автоматизации процесса диагностики туберкулеза, что поможет ускорить выявление и начало лечения пациентов. Также, модель может быть использована в дальнейших исследованиях по улучшению методов диагностики и лечения туберкулеза.

ВЫВОДЫ

1. Результаты данного исследования подтверждают, что разработанная модель нейронной сети на основе сверточных нейронных сетей (2D-CNN) обладает высокой точностью при диагностике легочного туберкулеза на рентгеновских снимках. Модель показала точность выше 90% для большинства форм туберкулеза. Однако, точность модели для формы фиброзно-кавернозный туберкулез 89%, оказалась ниже желаемого уровня. Полученные данные, а именно оценки эффективности модели равная 92% наглядно демонстрируют перспективность использования сверточных нейронных сетей в области диагностики легочного туберкулеза по рентгеновским снимкам.

2. Полученные результаты подтверждают перспективность применения нейросетей для автоматизированной диагностики туберкулеза на ранних стадиях. Использование языка

программирования Python для разработки модели нейронной сети представляет собой один из ключевых аспектов данного исследования. Реализация сверточных нейронных сетей в комплексных медицинских информационных системах (МИС) на базе Python может значительно повысить эффективность диагностики и мониторинга туберкулеза. Открытость и гибкость Python делают его идеальным выбором для разработки и интеграции таких систем. Это поможет специалистам быстрее и точнее ставить диагноз, а также отслеживать динамику заболевания.

Развитие подобных моделей является важным шагом в области медицинской диагностики, учитывая многовариантность лечения туберкулеза и его стойкость. Так как, каждая форма туберкулеза требует индивидуального подхода в лечении, и точная и своевременная диагностика играет ключевую роль в улучшении результатов терапии и предотвращении распространения заболевания.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Murali K. Detection of Tuberculosis based on Deep Learning based methods / K. M. Puttagunta, S. Ravi – Text: direct // Journal of Physics: Conference Series, Volume 1767, 2021 – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1767/1/012004/meta> (дата обращения: 12.02.2024)
2. Клинические аспекты применения искусственного интеллекта для интерпретации рентгенограмм органов грудной клетки / С.П. Морозов, Д.Ю. Кокина, Н.А. Павлов [и др.] – Текст: электронный // Туберкулёз и болезни лёгких, Том 99, № 4 – 2021] – URL: <https://www.tibl-journal.com/jour/article/download/1532/1535> (дата обращения: 15.01.2024)
3. Харлов В.В. Применение нейронных сетей для распознавания туберкулёза по флюорографии / В.В. Харлов – Текст: электронный // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации сборник статей XXIX Международной научно-практической конференции в 2 ч. Том Часть 1. 2019. - Издательство: Наука и Просвещение. – Пенза, 2019 – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41511199> (дата обращения: 16.01.2024)
4. Computer-aided reading of tuberculosis chest radiography: moving the research agenda forward to inform policy / F.A. Khan, T. Pande, R. Song [et al.] – Text: direct // Eur. Respir. J. 2017; 50: 1700953 – URL: <https://erj.ersjournals.com/content/50/1/1700953> (дата обращения: 18.01.2024)
5. 2D-CNN Architecture for Accurate Classification of COVID-19 Related Pneumonia on X-Ray Images/ N. Dzhaynakbaev, N. Kurmanbekkyzy, A. Vaimakhanova, I. Mussatayeva – Text: direct // International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), Volume 15 Issue 1, 2024 –URL: <https://thesai.org/Publications/ViewPaper?Volume=15&Issue=1&Code=IJACSA&SerialNo=91> (дата обращения: 28.02.2024)

Сведения об авторах

Ф.Е. Мустафин* – студент Школы медицины

И.С. Мусатаева – кандидат педагогических наук, и.о.ассоциированного профессора

Information about the authors

F.E. Mustafin* – student of the School of Medicine

I.S. Mussatayeva – Candidate of Sciences (Pedagogy), Acting Associate Professor

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

farkhat.mustafin.by@gmail.com

УДК: 378.147

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПО ВОПРОСАМ ИММУНОПРОФИЛАКТИКИ, КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Нечитайло Александр Сергеевич, Косова Анна Александровна

Кафедра эпидемиологии, социальной гигиены и организации госсанэпидслужбы

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России

Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. В условиях современной компетентностной парадигмы высшего образования, которая фокусируется на развитии базовых навыков и использовании современных методов обработки информации, активно происходит цифровая трансформация образования. Одним из перспективных направлений является использование цифровых двойников преподавателей на основе генеративных нейронных сетей, что открывает новые возможности в обучении и адаптации процесса обучения к индивидуальным потребностям студентов.

Цель исследования - на основе генеративных нейронных сетей создать цифровой двойник преподавателя по вакцинопрофилактике, обогащая традиционную систему образования в медицинской сфере. **Материал и методы.** Поиск публикаций проводился в базе данных Pubmed по запросу "(machine learning) AND (education)". Для создания цифрового двойника преподавателя использовалась генеративная нейронная сеть, обученная на основе нормативно-правовых актов по вакцинации. **Результаты.** Анализ публикаций показал активное развитие