

учреждениями и привлечение дополнительного финансирования.

Обсуждение

Обсуждаются преимущества предложенной модели менеджмента, подчеркиваются возможности ее внедрения в практику других медицинских учреждений. Отмечается необходимость дальнейшего изучения вопроса, расширения масштабов исследований и привлечения внимания государственных органов здравоохранения к проблемам развития симуляционной медицины.

Выводы

Эффективное управление симуляционными центрами является залогом успешного профессионального роста медицинских работников и улучшения качества оказания медицинской помощи населению. Реализация предложенных рекомендаций позволит значительно повысить уровень подготовки специалистов и снизить риски ошибок в клинической практике.

Материал поступил в редакцию 15.09.2025

Received September 15, 2025

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КЛАССИФИКАЦИИ КАЧЕСТВА ХИРУРГИЧЕСКОГО ШВА НА ОГРАНИЧЕННЫХ НАБОРАХ ДАННЫХ

Ищенко Р. В., Солопов М. В., Турчин В. В., Попандопуло А. Г., Антонюк О. С., Ермак А. А., Ладык К. К., Попивненко Ф. С., Голубицкий К. О., Глебова А. Э., Филимонов Д. А.

Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В. К. Гусака, г. Донецк, Российская Федерация
neuro.dnmu@yandex.ru

DOI: 10.46594/2687-0037_2025_3_2127

Аннотация. Представлены результаты анализа эффективности нейросетей для автоматической классификации качества хирургических швов по фотографиям. На малых наборах данных (100–190 изображений) достигнута высокая точность ($F1\text{-мера} > 0,90$) для узловых, сосудистых и лапароскопических швов. Технология перспективна для объективной оценки хирургических навыков.

Научная специальность: 3.2.3. Общественное здоровье и организация здравоохранения, социология и история медицины

Evaluation of the Effectiveness of Neural Network Models for Automated Classification of Surgical Suture Quality on Limited Datasets

Ishchenko R. V., Solopov M. V., Turchin V. V., Popandopulo A. G., Antonyuk O. S., Ermak A. A., Ladyk K. K., Popivnenko F. S., Golubitsky K. O., Glebova A. E., Filimonov D. A.

V. K. Gusak Institute of Emergency and Restorative Surgery, Donetsk, Russian Federation

Annotation. The results of the analysis of the effectiveness of neural networks for automatic classification of the quality of surgical sutures based on photographs are presented. High accuracy ($F1\text{-measure} > 0,90$) was

achieved for nodular, vascular, and laparoscopic sutures on small datasets (100–190 images). The technology is promising for an objective assessment of surgical skills.

Актуальность

Качество наложения хирургического шва — один из ключевых факторов, определяющих успех операции и безопасность пациента. Ошибки в технике сшивания могут приводить к серьезным осложнениям, таким как расхождение краев раны, инфекции и кровотечения. Традиционная оценка качества шва основывается на субъективном мнении экспертов, что не лишено предвзятости и не всегда позволяет стандартизировать оценку. Внедрение объективных, автоматизированных методов оценки является актуальной задачей для повышения качества хирургического обучения и контроля. Технологии искусственного интеллекта, в частности сверточные нейронные сети (CNN), открывают новые возможности для количественной оценки хирургических навыков по фотоизображениям конечного результата.

Цель

Оценить возможность и перспективы разработки программного алгоритма для классификации качества хирургических швов, используя визуальные данные.

Материалы и методы

В исследовании использовались наборы фотографий трех видов хирургических швов, выполненных на биологических материалах (фрагменты сосудов и кишечника свиньи):

- 1) узловой открытый сосудистый шов — 380 изображений;
- 2) непрерывный обвивной открытый шов — 105 изображений;
- 3) узловой лапароскопический шов — 100 изображений.

Швы накладывались хирургами различной квалификации, включая ординаторов и студентов-медиков. Группа из четырех опытных хирургов (стаж более 10 лет) провела аннотирование изображений, разделив их на два класса: «высококачественный» и «низкокачественный». Критериями высокого качества служили равномерность стежков, отсутствие деформации и точное сопоставление тканей.

Для автоматической классификации было обучено восемь современных архитектур нейронных сетей (включая ResNet50V2, DenseNet121, Xception и др.). Для повышения точности на ограниченном объеме данных применялась технология «трансферного обучения», использующая модели, предварительно обученные на большом массиве общих изображений ImageNet. Качество моделей оценивалось с помощью метрик $F1\text{-меры}$, AUC-ROC и специально разработанного взвешенного показателя, учитывающего стабильность результатов (Scoreadj).

Результаты

Несмотря на небольшое количество данных, нейросетевые модели продемонстрировали высокую эффективность в распознавании качества швов. Для

узлового сосудистого и лапароскопического швов была достигнута высокая точность классификации (F1-мера > 0,90). Модель ResNet50V2 показала наилучшие и наиболее стабильные результаты для этих типов швов, достигнув AUC-ROC до $0,959 \pm 0,008$ для внутреннего вида сосудистого шва. Для непрерывного обвивного шва точность была ниже (максимальная F1-мера — 0,79), что, вероятно, связано с меньшей выраженностью визуальных признаков (стежки частично скрыты в ткани). Лучшей моделью для этого типа шва оказалась DenseNet121. Анализ с помощью метода GradCAM подтвердил, что модели концентрировали внимание на клинически значимых областях изображений: линии шва, узлах и краях тканей, что соответствует критериям экспертной оценки.

Обсуждение

Исследование подтверждает, что современные нейросетевые технологии могут эффективно применяться для объективной оценки хирургических навыков даже при работе с ограниченными наборами данных. Использование метода трансферного обучения позволяет адаптировать мощные алгоритмы для узкоспециализированных медицинских задач, не требуя сбора тысяч изображений.

Более низкие результаты для непрерывного шва указывают на то, что некоторые виды хирургических техник представляют большую сложность для автоматического анализа из-за своей специфики. Это открывает направления для дальнейшего усовершенствования алгоритмов.

Разработанный взвешенный показатель Scoreadj позволил не только оценить точность, но и стабильность моделей, что критически важно при внедрении подобных систем в реальную практику. Данная технология имеет высокий потенциал для интеграции в образовательные платформы и симуляционные центры, где она может использоваться для предоставления объективной обратной связи обучающимся, снижая нагрузку на преподавателей и устраняя субъективизм в оценке.

Выводы

Применение сверточных нейронных сетей с технологией трансферного обучения является эффективным и надежным методом для автоматизированной бинарной классификации качества хирургического шва по фотоизображениям. Модели ResNet50V2, DenseNet121 и Xception показали наилучшие и наиболее стабильные результаты. Данный подход представляет собой перспективный инструмент для объективизации оценки и стандартизации контроля качества в хирургическом обучении.

*Материал поступил в редакцию 15.09.2025
Received September 15, 2025*

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИМУЛЯЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАШКИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Семенова Д. С., Изосимова В. Е.

Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, Российская Федерация
leveronika@mail.ru
DOI: 10.46594/2687-0037_2025_3_2128

Аннотация. Рассмотрен опыт использования симуляционных технологий в профориентационной работе среди школьников на базе Башкирского государственного медицинского университета. Проведен сравнительный анализ двух групп — без и с использованием симуляционных методов. Для оценки применялось анкетирование, охватывающее осознанность выбора профессии, информированность и мотивацию. Результаты демонстрируют значительное повышение этих показателей в экспериментальной группе, подтверждая высокую эффективность симуляций в формировании профессионального самоопределения.

Научная специальность: 3.2.3. Общественное здоровье и организация здравоохранения, социология и история медицины

The Experience of Using Simulation Technologies in Career Guidance at Bashkir State Medical University

Semenova D. S., Izosimova V. E.

Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

Annotation. The experience of using simulation technologies in career guidance among schoolchildren at Bashkir State Medical University is considered. A comparative analysis of two groups was carried out — without and using simulation methods. A questionnaire was used to assess the awareness of the choice of profession, awareness and motivation. The results demonstrate a significant increase in these indicators in the experimental group, confirming the high effectiveness of simulations in the formation of professional self-determination.

Актуальность

Формирование осознанного профессионального выбора у школьников является важной задачей современной системы медицинского образования. Традиционные профориентационные методы зачастую не обеспечивают достаточной глубины понимания и практического опыта, что снижает качество профессионального самоопределения. Симуляционные технологии предлагают моделирование реальных профессиональных ситуаций с возможностью практического взаимодействия, что способствует повышению информированности, мотивации и формированию компетенций, необходимых для успешной социализации.

Цель

Оценить эффективность внедрения симуляционных технологий в профориентационную работу по формированию осознанного профессионального выбора у обучающихся общеобразовательных учреждений.

Материалы и методы

Исследование было проведено в 2024 г. на базе ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России с двумя выборками обучающихся 10–11 классов ($n = 50$