

DOI: <https://doi.org/10.17816/dent637462>

# Современные методы идентификации личности в стоматологии

А.Е. Верховский<sup>1</sup>, С.В. Апресян<sup>2</sup>, А.Г. Степанов<sup>2</sup><sup>1</sup> Смоленский государственный медицинский университет, Смоленск, Россия;<sup>2</sup> Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

Представлен обзор актуальных научных исследований применения цифровых компьютерных технологий в практике стоматологической идентификации личности, проанализированы основные проблемы их внедрения и фактического использования. Установлено, что современные аспекты диагностики и комплексного планирования идентификационного исследования направлены на повышение эффективности решения сложных медико-правовых вопросов. Применение цифровых стоматологических технологий позволило повысить результативность процесса идентификации личности человека, а также достоверность предоставляемых судебных доказательств. Показаны существенные преимущества методов цифрового фото- и рентгенологического исследования по сравнению с традиционными, а также достоинства цифровой 3D-реконструкции лица и дентальной идентификации, что свидетельствует о потенциальных перспективах использования технологии искусственного интеллекта с целью оптимизации решения идентификационных задач.

В то же время в специальной литературе есть свидетельства об обнаружении несовершенства интеллектуальных методов, связанного с дискриминацией, прозрачностью, подотчётностью, неприкосновенностью частной жизни, безопасностью данных, этическими нормами и другими важными аспектами. В связи с этим высказываются мнения о необходимости частичного ограничения использования интеллектуальных компьютерных систем для формулирования окончательных выводов и принятия итоговых решений по результатам проведённых экспертных исследований, вплоть до полного отказа. Несмотря на это, ведущие специалисты отрасли всё чаще с настороженностью заявляют о неизбежности виртуальной эволюции саморазвивающихся систем искусственного интеллекта, призванных к автономному экзистенциализму.

По данным современных научных исследований можно отметить рост интереса научного сообщества к вопросам внедрения цифровых инновационных технологий для обеспечения эффективного решения повседневных научных и практических задач. Таким образом, потенциальные возможности успешного применения цифровых технологий для решения задач идентификации личности и повышения качества предоставляемых судебных доказательств остаются весьма многообещающими.

**Ключевые слова:** цифровая стоматология; идентификация личности; ChatGPT; искусственный интеллект.

## Как цитировать:

Верховский А.Е., Апресян С.В., Степанов А.Г. Современные методы идентификации личности в стоматологии // Российский стоматологический журнал. 2024. Т. 28, № 6. С. 624–633. DOI: <https://doi.org/10.17816/dent637462>

DOI: <https://doi.org/10.17816/dent637462>

# Modern personal identification methods in dentistry

Andrey E. Verkhovskiy<sup>1</sup>, Samvel V. Apresyan<sup>2</sup>, Aleksandr G. Stepanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia;

<sup>2</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

## ABSTRACT

The paper provides a review of relevant studies on the use of digital technology for personal identification in dentistry, as well as the main challenges of their implementation and use in real-world dental practice. Modern aspects of diagnosis and comprehensive planning of identification studies are aimed at improving the efficacy of solving complex medical and legal problems. The use of digital technology in dentistry has improved the accuracy of personal identification, as well as the reliability of forensic evidence. Significant advantages of digital photo and X-ray examinations over conventional techniques, as well as the benefits of digital 3D face reconstruction and dental identification, have been demonstrated. These findings indicate that artificial intelligence technology has the potential to improve identification methods.

At the same time, professional literature demonstrates shortcomings of artificial intelligence-based solutions in terms of discrimination, transparency, accountability, personal privacy, data safety, ethical norms, and other critical aspects. Thus, some authors suggest that the use of intellectual computer systems should be limited or even prohibited when drawing final conclusions and making judgments based on expert examination results. However, leading industry experts are increasingly convinced that the virtual evolution of self-developing artificial intelligence systems designed for independent existence is unavoidable.

According to recent research, the scientific community is increasingly interested in the implementation of innovative digital technology for effective solving of everyday research and practice challenges. Thus, digital technology has the potential to be a valuable tool for solving personal identification tasks and improving the quality of forensic evidence.

**Keywords:** digital dentistry; personal identification; ChatGPT; artificial intelligence.

## To cite this article:

Verkhovskiy AE, Apresyan SV, Stepanov AG. Modern personal identification methods in dentistry. *Russian Journal of Dentistry*. 2024;28(6):624–633.

DOI: <https://doi.org/10.17816/dent637462>

Received: 25.10.2024

Accepted: 27.11.2024

Published online: 04.12.2024

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время цифровая судебная стоматология представляет собой комплексную междисциплинарную медицинскую науку, являющуюся одновременно с этим предметом медицинско-правовых отношений. R. Nagi и соавт. [1], S. Gupta и соавт. [2] изучали явление смены парадигм в идентификационных исследованиях путём устойчивой тенденции цифровизации судебной стоматологии. Современная цифровая стоматологическая криминалистика произвела революцию в традиционных судебных расследованиях в рамках сбора, анализа и предоставления судебных доказательств, причём сегодня её применение становится привычным явлением при расследовании последствий массовых катастроф, землетрясений и террористических актов. Усовершенствование программного обеспечения и появление цифровых компьютерных технологий, автоматизированного проектирования и производственных систем, цифровых записей, технологий реконструкции лица, методики бесконтактного вскрытия и виртопсии привели к ускорению и оптимизации процесса идентификации личности путём извлечения большого объёма данных с уменьшением возможных погрешностей [3].

**Цель обзора** — проанализировать актуальную научную литературу, посвящённую проблемам применения технологий искусственного интеллекта в практике стоматологической идентификации личности.

## МЕТОДОЛОГИЯ ПОИСКА ИСТОЧНИКОВ

Проведён поиск литературы в базах данных Scopus, PubMed, Web of Science, eLIBRARY.RU, Google Scholar с целью изучения потенциальных возможностей и проблем применения технологии искусственного интеллекта для цифровой идентификации личности в судебной медицине и стоматологии за период 2013–2024 гг. по следующим ключевым словам: «цифровая стоматология», «идентификация личности», «ChatGPT», «искусственный интеллект». В настоящее время судебная стоматология является неотъемлемой частью судебной медицины, играет важную роль в решении вопросов идентификации личности умерших людей при отсутствии эффективности визуальной идентификации и иных способов. Цифровая криминалистика заменила традиционные судебные расследования с точки зрения сбора, анализа и предоставления судебных доказательств [4].

Авторы [5] отмечают, что сегодня цифровую криминалику можно определить как «применение компьютерных наук и следственных процедур в юридических целях, включающих анализ цифровых доказательств». Благодаря совершенствованию программного обеспечения цифровые технологии в судебных расследованиях становятся всё более распространённым явлением, особенно при оценке последствий массовых катастроф. Кроме того,

дентальный рентгенографический материал и фотоматериалы играют важную роль в процессе идентификации личности и оценки возраста потерпевших путём сравнения данных прижизненного (*ante mortem*) и посмертного (*post mortem*) исследований после предварительной идентификации подозреваемого [5].

Следует отметить, что велика и мера ответственности, возложенная на судебных стоматологов, несущих на своих плечах юридические и моральные обязательства по итоговой интерпретации данных исследования дентального статуса. Кроме того, как и другие эксперты, они обязаны иметь большой практический опыт, соответствующий уровень базового медицинского и юридического образования, необходимые квалификационные степени и категории, а также документы об участии в системе непрерывного медицинского образования. Судебные инстанции в процессе рассмотрения дел требуют обоснованной аргументации всех выводов и экспертных заключений на основе фактически полученных данных исследования [6]. Вследствие этого эксперт-стоматолог должен не только быть первоклассным клиницистом, но и обладать разносторонними судебно-правовыми познаниями. Практические навыки и знания специалиста должны включать понимание патогенеза формирования следов укусов и травм в процессе насилия, определение возраста человека с использованием различных методик, знание современных техник и методов идентификации личности [7]. Следует также отметить важность понимания принципов международного права, протоколов и процедур их имплементации с учётом общепринятых этических норм и деонтологических аспектов [8]. Особое значение имеет соблюдение базовых принципов в отношении прав человека, направленных на защиту чести и достоинства личности, в том числе при расследовании военных преступлений.

## ЦИФРОВАЯ СТОМАТОЛОГИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛИЧНОСТИ

Известно, что дентальная фотодокументация имеет важное значение при проведении сравнительного идентификационного анализа трупа, а также при анализе зубных рядов подозреваемого и места укуса жертвы [9]. Принцип работы цифровых фотокамер заключается в фиксации изображения с последующей его оцифровкой датчиком фотоаппарата и преобразованием в компьютеризированный файл. Цифровые изображения подлежат дальнейшему электронному архивированию с возможностью отображения, редакции, распечатывания, отправки и публикации. В свою очередь N. Balaji и соавт. отмечают существование двух видов цифровых фотографий, а именно растровых (в форматах .jpeg, .png, .tiff, .gif и .bmp) и векторных, созданных в программах “paint or draw” или “illustration” с целью последующей редакции и улучшения их качества [10].

Классическая техника фотографирования следов укуса подразумевает правильную ориентацию макрофотографии с демонстрацией локализации следа укуса, оптимальным углом наклона объектива камеры относительно плоскости повреждения и применением шкалы пространственной привязки ABFO N. 2 для определения возможных искажений фотографии. При наличии последних существует возможность их исправления посредством доступных фоторедакторов, в частности Adobe Photoshop [11]. Известно, что фотосъёмка в видимом свете является наиболее распространённым методом фиксации следов укусов с учётом отражения, поглощения, флуоресценции и диффузии света. Имеются сообщения F.D. Wright и соавт. о фотофиксации в условиях инфракрасного и ультрафиолетового светового спектра для визуализации внешнего вида тканевых повреждений, невидимых в условиях естественного освещения [12]. Однако авторы отмечают, что для оптимизации процедуры использования фотографической техники практикующему эксперту необходимо правильное понимание фотографического процесса и возможностей применения соответствующих компьютерных технологий [13].

Идентификация личности путём посмертного изучения стоматологической документации упрощается при условии её качественного заполнения. Однако зачастую имеет место недобросовестное заполнение прижизненных клинических данных о пациенте в амбулаторной карте. Информация вносится не полностью, наблюдается сокращение описательной части диагностических и лечебных мероприятий. В таких случаях при наличии сильного повреждения фрагментированных останков зубочелюстного аппарата проведение качественной идентификации становится крайне затруднительным.

Эксперты-стоматологи должны обладать достаточной осведомлённостью относительно формата и вариантов ведения медицинской документации для её потенциального использования в обстоятельствах судебно-медицинских расследований [14]. Как известно, ошибки ведения стоматологической документации врачами-стоматологами являются одной из первых причин нарушения корректности процесса идентификации личности и, как следствие, получения ложных экспертных заключений. По данным научной литературы, сегодня цифровая стоматологическая амбулаторная карта пациента является официальным документом, содержащим исчерпывающую информацию об анамнезе жизни и заболеваний, результатах основных и дополнительных клинических обследований, диагнозе, плане лечения и динамике его проведения, а также возможных прогнозах и врачебных назначениях. Парадокс современного состояния вопроса ведения медицинских стоматологических карт состоит в кардинальном отличии подходов к реализации данной задачи по всему миру. Так, в ряде развивающихся стран типичная стоматологическая карта часто нарисована на бумажном носителе от руки, в то время как в некоторых развитых странах цифровая

стоматологическая карта (digital dental chart, DDC) включает в себя элементы реальных цифровых изображений зубов и полости рта с возможностью интеллектуального редактирования данных, обмена данными и их архивирования. Особенно велика роль цифровых стоматологических улик при идентификации жертв массовых стихийных бедствий и военных действий (disaster victim identification, DVI) в условиях значительной фрагментации и обезображивания тел, когда твёрдые ткани зубов являются порой единственным доступным материалом для проведения исследования. Исследователи подчёркивают черты уникальности и гистологической устойчивости твёрдых тканей зубов, что делает их надёжным источником аутентичной информации. В частности, ссылаясь на рекомендации Интерпола, авторы [15] упоминают о необходимости соблюдения принципа профессиональной конфиденциальности и персональной ответственности при работе с личными данными пациентов и их хранении. Кроме того, авторы указывают на прямую зависимость положительного исхода процедуры идентификации личности от качества операций интеллектуального сопоставления цифровых рентгеновских и фотоматериалов индивидуума.

В целях обеспечения комплексного подхода к исследованию в качестве идентификационных критериев стоматологического анализа могут быть использованы все возможные особенности зубов и черепно-челюстно-лицевой области, например морфология корня, конфигурация гайморовой пазухи, архитектура реставраций, особенности топографии пульповой камеры зуба [16]. Вышеперечисленные сравнительные особенности представляют собой весомые доказательства при формулировке итогового экспертного заключения, оригинальность их зависит от качества прижизненных рентгенологических и иных диагностических данных [17]. В зависимости от специфики проводимой экспертизы и обстоятельств судебного расследования чрезвычайно полезными материалами для изучения являются любые тематические объекты: контрольно-диагностические модели, восковые шаблоны с прикусными валиками, пластмассовые каппы, зубные протезы, ортодонтические аппараты, рентгенологические снимки [18].

Известно, что данные рентгенологической диагностики являются одним из основных источников сравнительных идентификационных исследований. В свою очередь цифровые рентгенограммы произвели революцию в практике судебной идентификации благодаря возможности быстрого поиска, просмотра, редактирования и параллельной интеллектуальной сравнительной оценки прижизненных и посмертных изображений. Кроме того, дистанционная передача цифровых данных в координационные центры посредством спутниковой связи и сети Интернет позволяет повысить оперативность выполняемых мероприятий без потери качества исходного изображения. Вполне очевидно, что в подобных ситуациях традиционные методы экспонирования и визуального

сравнения рентгенограмм с данными стоматологических карт являются весьма трудоёмкими и логически неуместными. J.M. Lewis и соавт. пишут о том, что «практичность и гибкость цифровой рентгенографии и цифровой фотографии значительно облегчают процесс судебно-медицинского сравнения» [19]. Авторы также указывают, что «в ситуациях массовых катастроф цифровая рентгенография становится гораздо более полезной, чем обычная рентгенография».

Предвосхищая преимущества цифровых методов визуализации, ряд специалистов отмечают экономию времени сканирования *post mortem* благодаря применению мультиспиральной компьютерной томографии и трёхмерной (3D) конусно-лучевой компьютерной томографии, а также технологии мультипланарного преобразования изображения DentaScan.

Внедрение методов прямого и непрямого сканирования зубов с применением внутриротовых сканеров значительно повысило точность получаемых дентальных изображений [20]. Возможность использования внутриротовых 3D-сканеров создаёт предпосылки для частичного или полного отказа от традиционных оттисковых ложек и материалов, вызывающих дискомфорт у большинства пациентов, а также способствует оптимизации и ускорению всего диагностического процесса [21]. Современные 3D-контактные (точечные или линейные) сканеры способны анализировать поверхность зубов при помощи специального зонда с твёрдым стальным или сапфировым наконечником. По утверждениям специалистов, основным ограничением использования сканеров является длительное время пребывания наконечника сканера в полости рта при точечном сканировании в ходе оценки сложного рельефа с вогнутыми поверхностями. Актуальные разработки лазерных или оптических сканеров позволили в значительной мере преодолеть существующие недостатки сканирования деталей окклюзионных поверхностей зубов. Изображения, считываемые датчиком, подвергаются дополнительной компьютерной обработке специальным программным обеспечением, с последующим созданием 3D-модели поверхности посредством генерации координатных точек и их пространственной триангуляции в виртуальный объект. Высокая детализация получаемых 3D-изображений позволяет проводить их сравнительную оценку с имеющимися материалами исследования, т.е. с отпечатками или фотографиями [22].

Сегодня возможности цифровой 3D-печати в решении вопросов судебно-медицинской экспертизы позволяют достаточно быстро создавать точные копии интересующих материальных объектов, что открывает принципиально новые возможности научно-технической разработки приоритетных прикладных задач. Антропологические исследования черепа проводятся посредством компьютерной томографии, а цифровая реконструкция — с помощью объёмных изображений, содержащих значение элемента растра в трёхмерном пространстве, так называемых

изотропных вокселей. В компьютерной графике воксели используют как альтернативу полигонам, в качестве аналогов двумерных пикселей для трёхмерной визуализации и анализа научно-медицинской информации. Известно, что 3D-принтеры не воспринимают медицинскую информацию посредством DICOM-файлов (digital imaging and communications in medicine), поэтому используется формат *standard tessellation language* (STL-файлы), считывающий характеристики исследуемой поверхности в виде набора треугольников с последующим складыванием их в единый цифровой пазл. Обработка DICOM-изображений осуществляется специализированным программным обеспечением для автоматизированного 3D-производства (*computer-aided design, CAD*), которое включает сегментацию исследуемых слоёв тканей путём размещения вокруг них области интереса с последующим уточнением STL-представления совокупности поверхностей, определяемых этими областями. На завершающем этапе работы происходит уточнение полученных данных в формате STL-файла и передача их на 3D-принтеры, где 3D-слои объекта последовательно сшиваются между собой. Данный метод известен как аддитивная послойная печать за счёт последовательной печати срезов компьютерной томографии в виде 2D-слоёв, которые могут быть соединены для создания 3D-цветных моделей интересующих анатомических структур. Известно, что сегодня 3D-печать имеет широкое применение в судебной стоматологии при раскрытии уголовных дел, а также предоставлении материалов доказательства в суд. 3D-печать используется при одонтокопии, палатоскопии, хейлоскопии, анализе следов укусов и рисунка отпечатка языка, виртуальной реконструкции лица, определении пола и возраста, а также при исследовании характера повреждений костей лицевого скелета. Необходимо констатировать, что вопреки ряду скептических мнений в отношении перспектив развития цифровых технологий, процесс их эффективной интеллектуальной эволюции, а также факт всеобщего практического внедрения неизбежны и неопровержимы [23].

Ряд авторов рассматривают методы интеллектуальной реконструкции лица как альтернативный вариант проведения ситуативной оценки исследуемого материала в случаях его сильного повреждения и безуспешности применения иных способов идентификации личности. Примечательно, что в данном аспекте отсутствует процесс оценки непосредственных доказательств по причине виртуального характера проводимого анализа [24].

Приводятся сведения о существовании разночтений по вопросу зависимости лицевых признаков от морфологии черепа, приведших впоследствии к формированию двух противоположных научных концепций. Так, представители первой научной школы употребляли термин «аппроксимация лица», подразумевающий возможность воспроизведения различных черт лица на одном и том же черепе [25]. Их научные оппоненты являлись приверженцами термина «реконструкция лица», воплощающего

в себе комбинацию научных и художественных характеристик. В данном случае речь шла о единственно возможном, уникальном варианте соответствия морфологических признаков лица и черепа.

Сегодня известны 2D- и 3D-методы восстановительной реконструкции лица, реализующиеся посредством аналоговых и компьютерных методов визуализации [26]. Классическая ручная 3D-реконструкция лица выполняется с использованием глины, пластмасс или воска непосредственно на черепе жертвы или его точном макете. Практическое воплощение данной концепции возможно путём применения трёх основополагающих методов: антропометрического американского метода, или метода глубины тканей; российского анатомического метода; комбинированного манчестерского, или британского, метода. По данным специальной литературы, антропометрический американский метод (метод глубины тканей) был разработан Уилтоном М. Крогманом в 1946 году для работы правоохранительных органов. Суть метода заключается в следующем: высококвалифицированным персоналом производится сложная оценка лицевых мышц при помощи игл, рентгеновских лучей или ультразвука. Сложность данного метода, необходимость углублённой специальной подготовки кадров для его осуществления, а также наличие более доступных вариантов исследования на сегодняшний день ограничили его практическое применение. В свою очередь российский анатомический метод, разработанный М.М. Герасимовым и опубликованный в последующем в 1971 году в Европе, выполнялся путём послойной реконструкции мягких и твёрдых тканей на черепе, был также предан научному забвению по причине своей длительности и трудоёмкости. Таким образом, комбинированный манчестерский, или британский, метод, разработанный И.В. Найнисом в 1971 году, стал основополагающим ручным способом восстановительного анализа, учитывающим толщину мягких тканей лица и соотношение костных ориентиров черепа с франкфуртской горизонтальной плоскостью [27].

Сегодня с развитием программного обеспечения особенно актуальными представляются компьютеризированные системы 3D-реконструкции лица с возможностью воссоздания его уникальной морфологии в зависимости от индивидуальных анатомических особенностей скелета [28]. При этом процесс воссоздания 3D-копии черепа осуществляется посредством его оцифровывания с помощью лазерного сканера, видеокамеры и соответствующей компьютерной программы, с нанесением маркировочных меток глубины мягких тканей. Приводятся сведения об использовании компьютеризированных систем 3D-анимации с применением виртуальных скульптурных систем с тактильной обратной связью, которые позволяют получать интуитивную информацию через непосредственный контакт с реконструируемой поверхностью. Оптимизация процесса идентификации личности с внедрением компьютерных систем снизила субъективность

проводимого экспертного анализа, а также повысила быстроту и достоверность предоставляемой информации. Цифровизация процесса виртуальной реконструкции лица способствовала его упрощению и снижению экономических затрат на практическую реализацию проекта [29]. Кроме того, появилась возможность создания серий реалистичных изображений исследуемого лица с целью детализации процесса цифровой имитации фотографии и с перспективой продолжения дальнейшего научного и творческого редижирования.

По данным А.К. Верга и соавт., современные интеллектуальные системы анализа и сопоставления следов укусов используются в качестве научно обоснованных доказательств в соответствующих уголовных делах [30]. Сравнение зубного ряда подозреваемого со следами укусов, как правило, проводится методом ручной трассировки и фотокопирования [31]. Кроме того, сообщается об использовании компьютерного метода наложения, признанного наиболее надёжным и точным по сравнению с общепринятыми. Так, отличием компьютерного метода является применение сканирования с последующей обработкой и виртуальным воспроизведением эффекта наложения изображений посредством программного обеспечения Adobe Photoshop [11]. Интерпретация полученных результатов производится на основании критериев соответствия с выставлением итоговой оценки с вариантами: нет совпадения — 0 баллов, незначительное соответствие — 1 балл, среднее соответствие — 2 балла, отличное соответствие — 3 балла. Кроме того, сообщается о применении альтернативного программного обеспечения Dental Print (Испания), способного генерировать более точные сравнительные наложения по 3D-файлу цифрового слепка зубов подозреваемых. Сегодня имеются сведения об упрощении процедуры анализа следов укуса благодаря использованию цифровой 3D-печати зубов, что позволило в значительной степени снизить вероятность потенциальных ошибок.

## ChatGPT и ПРОБЛЕМАТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

На сегодняшний день уже накоплен неоценимый опыт практического применения ChatGPT и искусственного интеллекта в сфере здравоохранения и медицинских технологий. Представляя собой прогрессивную языковую модель, ChatGPT успешно использует методы глубокого обучения для получения человеческих реакций на вводимые данные естественного языка. ChatGPT способен улавливать нюансы и сложности человеческого языка с последующей генерацией адекватных и контекстуально релевантных ответов на широкий спектр запросов. Так, по мнению Т. Шан и соавт., ChatGPT представляет собой одну из крупнейших общедоступных языковых моделей,

использующих методы глубокого обучения для выработки человекоподобных ответов на подсказки естественного языка [32]. Потенциальные области применения ChatGPT в судебной медицине варьируют от составления отчётов для судов с целью сокращения времени на принятие судебных решений до проведения научных работ для экспертных исследовательских групп [33], включая все необходимые анализы [34]. Кроме того, известны случаи использования технологии для создания автоматизированных клинических записей, обобщающих ключевые данные: симптомы, побочные эффекты, визуализационные и лабораторные диагнозы, лекарственные взаимодействия, методы лечения, самодиагностика и идентификация редких заболеваний; а также способствующих улучшению коммуникации между пациентами и врачами, экономическому улучшению [35].

Потенциальные области применения ChatGPT в области медицины варьируются от определения потенциальных тем исследований до оказания помощи специалистам в клинической и лабораторной диагностике. Кроме того, его можно применять, чтобы помочь студентам-медикам, врачам, медсёстрам и всем членам медицинского сообщества узнавать об обновлениях и новых разработках в соответствующих областях. Разработка виртуальных ассистентов для оказания помощи пациентам в управлении своим здоровьем является ещё одним важным применением ChatGPT в медицине [36].

Исследователи подчёркивают, что наряду с преимуществами применение искусственного интеллекта имеет ряд существенных недостатков. Так, очевиден факт разделения общественного и научного мнений в отношении вопросов разработки и повсеместного внедрения искусственного интеллекта. По утверждениям специалистов, как страх, так и энтузиазм социума в отношении будущих перспектив вполне уместны и научно обоснованы. Опасения, связанные с искусственным интеллектом, относятся к вопросам потенциальной потери работы, утраты конфиденциальности и безопасности данных, искажения адекватного восприятия сведений, расчеловечивания, деэтизации и дегуманизации общества. Известна проблема предвзятости и дискриминации данных искусственного интеллекта, возникающая в процессе его обучения посредством передачи устойчивых социальных предубеждений. Влияние предвзятости и дискриминации в системах искусственного интеллекта представляет опасную тенденцию по причине своего выхода за рамки индивидуального восприятия и возможности установления неравенства и дискриминации на общественном уровне. Подобные искажения могут приводить и к фатальным ошибкам в процессе идентификации личности на всех уровнях [37]. Одним из примеров подобных ошибок является проблема технологии распознавания лиц, обученной на ограниченных социальных контингентах, что привело к погрешностям идентификации, неправомерным арестам и необоснованным притеснениям граждан. Сложность

понимания вопросов формулирования выводов и принятия решений компьютерными системами делает невозможными некоторые логические умозаключения, а также привлечение к ответственности и использование данных доказательств в судопроизводстве.

Следует отметить, что тотальное внедрение систем искусственного интеллекта и переоценка его реальной роли в обеспечении рабочих процессов в будущем могут стать причинами формирования профессиональной зависимости специалистов от применяемой технологии. Кроме того, при проведении экспертного стоматологического анализа с применением искусственного интеллекта существует проблема ограниченности машинного понимания контекста и специализированных нюансов относительно здоровья и патологии полости рта, в том числе в юридическом аспекте судебных исследований. Многие учёные также констатируют появление ряда этических проблем, связанных с автономностью принятия решений в здравоохранении.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование обоснованных судебно-медицинских экспертных стоматологических заключений представляет собой квинтэссенцию актуальных теоретических знаний в области юриспруденции, медицинских компьютерных технологий, анатомии черепно-челюстно-лицевой области, морфологии и гистологии зубов, практических навыков современной цифровой диагностики и адекватной интерпретации собранной клинической информации. Развивая высказанный тезис, следует отметить значимость и неизбежность внедрения специализированного цифрового программного обеспечения в практику идентификации личности и иных судебных расследований исключительно на законных основаниях в рамках правового поля. Высказываются прогнозы о фундаментальном преобразовании традиционной стоматологической науки и криминалистики путём повсеместного внедрения цифровых компьютерных технологий в сферу профессиональных одонтологических вопросов и судебно-медицинских исследований.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.Е. Верховский — сбор

и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; С.В. Апресян — курирование и концептуализация исследования, анализ данных, подготовка, рецензирование и правка публикации; А.Г. Степанов — разработка методологии, проблематизация, категоризация, анализ данных, подготовка, рецензирование и правка публикации.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nagi R., Aravinda K., Rakesh N., et al. Digitization in forensic odontology: A paradigm shift in forensic investigations // *J Forensic Dent Sci.* 2019. Vol. 11, N. 1. P. 5–10. doi: 10.4103/jfo.jfds\_55\_19
2. Gupta S., Agnihotri A., Chandra A., Gupta O.P. Contemporary practice in forensic odontology // *J Oral Maxillofac Pathol.* 2014. Vol. 18, N. 2. P. 244–250. doi: 10.4103/0973-029X.140767
3. Wankhade T.D., Ingale S.W., Mohite P.M., Bankar N.J. Artificial intelligence in forensic medicine and toxicology: the future of forensic medicine // *Cureus.* 2022. Vol. 14, N. 8. P. e28376. doi: 10.7759/cureus.28376
4. Zolotenkova G.V., Rogachev A.I., Pigolkin Y.I., et al. Age classification in forensic medicine using machine learning techniques // *Sovrem Tekhnologii Med.* 2022. Vol. 14, N. 1. P. 15–22. doi: 10.17691/stm2022.14.1.02
5. Manigandan T., Sumathy C., Elumalai M., et al. Forensic radiology in dentistry // *J Pharm Bioallied Sci.* Vol. 7, Suppl. 1. P. S260–S264. doi: 10.4103/0975-7406.155944
6. Vodanović M., Subašić M., Milošević D., Savić Pavičin I. Artificial intelligence in medicine and dentistry // *Acta Stomatol Croat.* 2023. Vol. 57, N. 1. P. 70–84. doi: 10.15644/asc57/1/8
7. Bucci A., Skrami E., Faragalli A., et al. Segmented Bayesian calibration approach for estimating age in forensic science // *Biom J.* 2019. Vol. 61, N. 6. P. 1575–1594. doi: 10.1002/bimj.201900016
8. Rokhshad R., Ducret M., Chaurasia A., et al. Ethical considerations on artificial intelligence in dentistry: A framework and checklist // *J Dent.* 2023. Vol. 135. P. 104593. doi: 10.1016/j.jdent.2023.104593
9. Franco A., Mendes S.D.S.C., Picoli F.F., et al. Forensic thanatology and the pink tooth phenomenon: From the lack of relation with the cause of death to a potential evidence of cadaveric decomposition in dental autopsies — case series // *Forensic Sci Int.* 2018. Vol. 291. P. e8–e12. doi: 10.1016/j.forsciint.2018.08.011
10. Balaji N., Senapati S., Sumathi M.K. Forensic digital photography: A review // *Int J Dent Med Res.* 2014. Vol. 1, N. 3. P. 132–135.
11. Khatri M., Daniel M.J., Srinivasan S.V. A comparative study of overlay generation methods in bite mark analysis // *J Forensic Dent Sci.* 2013. Vol. 5, N. 1. P. 16–21. doi: 10.4103/0975-1475.114550
12. Wright F.D., Golden G.S. The use of full spectrum digital photography for evidence collection and preservation in cases involving forensic odontology // *Forensic Sci Int.* 2010. Vol. 201, N. 1–3. P. 59–67. doi: 10.1016/j.forsciint.2010.03.013
13. Розов Р.А., Трезубов В.Н., Попов В.Л., и др. Автоматизированное цифровое исследование в судебно-стоматологической экспертизе для сопоставления объемной

**Authors' contribution.** All authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication, the authors are responsible for all aspects of the work). The greatest contribution is distributed as follows: A.E. Verkhovskiy — collection and analysis of literary sources, writing and editing of the article; S.V. Apresyan — curation and conceptualization of the research; data analysis, preparation, proofreading and editing of the publication; A.G. Stepanov — methodological development, problematisation and data categorization, data analysis, preparation, proofreading and editing of the publication.

- модели и архивных фотографий полных съемных протезов // *Стоматология.* 2022. Т. 101, № 3. С. 61–69. EDN: NAQEDB doi: 10.17116/stomat202210103161
14. Веленко П.С., Полетаева М.П., Бычков А.А., и др. Хроматографический анализ твердых тканей зуба в целях определения возраста личности // *Судебно-медицинская экспертиза.* 2023. Т. 66, № 4. С. 58–61. EDN: QXBXYU doi: 10.17116/sudmed20236604158
  15. Rajaram Mohan K., Mathew Fenn S. Artificial intelligence and its theranostic applications in dentistry // *Cureus.* 2023. Vol. 15, N. 5. P. e38711. doi: 10.7759/cureus.38711
  16. Кильдюшов Е.М., Егорова Е.В., Дворников А.С., Делян В.А. Определение биологического возраста индивида в судебно-медицинской практике (обзор литературы) // *Судебная медицина.* 2020. Т. 6, № 3. С. 4–11. EDN: QQTPDL doi: 10.19048/fm317
  17. Ortiz A.G., Soares G.H., da Rosa G.C., et al. A pilot study of an automated personal identification process: Applying machine learning to panoramic radiographs // *Imaging Sci Dent.* 2021. Vol. 51, N. 2. P. 187–193. doi: 10.5624/isd.20200324
  18. Heo M.S., Kim J.E., Hwang J.J., et al. Artificial intelligence in oral and maxillofacial radiology: what is currently possible? // *Dentomaxillofac Radiol.* 2021. Vol. 50, N. 3. P. 20200375. doi: 10.1259/dmfr.20200375
  19. Lewis J.M., Senn D.R. Forensic dental age estimation: an overview // *J Calif Dent Assoc.* 2015. Vol. 43, N. 6. P. 315–319.
  20. Maji A., Khaitan T., Sinha R., et al. A novel computer-assisted method of bite mark analysis for gender determination // *J Environ Public Health.* 2018. Vol. 2018. P. 7130876. doi: 10.1155/2018/7130876
  21. Aragón M.L., Pontes L.F., Bichara L.M., et al. Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review // *Eur J Orthod.* 2016. Vol. 38, N. 4. P. 429–434. doi: 10.1093/ejo/cjw033
  22. Zimmermann M., Mehl A., Mörmann W.H., Reich S. Intraoral scanning systems — a current overview // *Int J Comput Dent.* 2015. Vol. 18, N. 2. P. 101–129.
  23. Huang T., Xu H., Wang H., et al. Artificial intelligence for medicine: Progress, challenges, and perspectives // *The Innovation Medicine.* 2023. Vol. 1, N. 2. P. 100030. doi: 10.59717/j.xinn-med.2023.100030
  24. Nijhawan R., Ansari S.A., Kumar S., et al. Gun identification from gunshot audios for secure public places using transformer learning // *Sci Rep.* 2022. Vol. 12, N. 1. P. 13300. doi: 10.1038/s41598-022-17497-1
  25. Shui W., Wu X., Zhou M. A computerized facial approximation method for Homo sapiens based on facial soft tissue thickness



depths and geometric morphometrics // *J Anat.* 2023. Vol. 243, N. 5. P. 796–812. doi: 10.1111/joa.13920

26. Alam M.K., Alftakhah S.A.A., Issrani R., et al. Applications of artificial intelligence in the utilisation of imaging modalities in dentistry: A systematic review and meta-analysis of in-vitro studies // *Heliyon.* 2024. Vol. 10, N. 3. P. e24221. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e24221

27. Vanezis P., Blowes R.W., Linney A.D., et al. Application of 3-D computer graphics for facial reconstruction and comparison with sculpting techniques // *Forensic Sci Int.* 1989. Vol. 42, N. 1-2. P. 69–84. doi: 10.1016/0379-0738(89)90200-4

28. Mays S. The effect of factors other than age upon skeletal age indicators in the adult // *Ann Hum Biol.* 2015. Vol. 42, N. 4. P. 332–341. doi: 10.3109/03014460.2015.1044470

29. Cheng C., Cheng X., Dai N., et al. Facial morphology prediction after complete denture restoration based on principal component analysis // *J Oral Biol Craniofac Res.* 2019. Vol. 9, N. 3. P. 241–250. doi: 10.1016/j.jobcr.2019.06.002

30. Verma A.K., Kumar S., Bhattacharya S. Identification of a person with the help of bite mark analysis // *J Oral Biol Craniofac Res.* 2013. Vol. 3, N. 2. P. 88–91. doi: 10.1016/j.jobcr.2013.05.002

31. Daniel M.J., Pazhani A. Accuracy of bite mark analysis from food substances: A comparative study // *J Forensic Dent Sci.* 2015. Vol. 7, N. 3. P. 222–226. doi: 10.4103/0975-1475.172442

32. Shan T., Tay F.R., Gu L. Application of artificial intelligence in dentistry // *J Dent Res.* 2021. Vol. 100, N. 3. P. 232–244. doi: 10.1177/0022034520969115

33. Cahan P., Treutlein B. A conversation with ChatGPT on the role of computational systems biology in stem cell research // *Stem Cell Reports.* 2023. Vol. 18, N. 1. P. 1–2. doi: 10.1016/j.stemcr.2022.12.009

34. van Dis E.A.M., Bollen J., Zuidema W., et al. ChatGPT: five priorities for research // *Nature.* 2023. Vol. 614, N. 7947. P. 224–226. doi: 10.1038/d41586-023-00288-7

35. Kou Y., Gui X. Mediating community — ai interaction through situated explanation. In: *Proceedings of the ACM on human-computer interaction.* 2020. Vol. 4, N. 102. P. 1–27. doi: 10.1145/3415173

36. Mehnen L., Gruarin S., Vasileva M., Knapp B. ChatGPT as a medical doctor? A diagnostic accuracy study on common and rare diseases // *medRxiv.* 2023. doi: 10.1101/2023.04.20.23288859

37. Koski E., Murphy J. AI in healthcare // *Stud Health Technol Inform.* 2021. Vol. 284. P. 295–299. doi: 10.3233/SHTI210726

## REFERENCES

1. Nagi R, Aravinda K, Rakesh N, et al. Digitization in forensic odontology: A paradigm shift in forensic investigations. *J Forensic Dent Sci.* 2019;11(1):5–10. doi: 10.4103/jfo.jfds\_55\_19

2. Gupta S, Agnihotri A, Chandra A, Gupta OP. Contemporary practice in forensic odontology. *J Oral Maxillofac Pathol.* 2014;18(2):244–250. doi: 10.4103/0973-029X.140767

3. Wankhade TD, Ingale SW, Mohite PM, Bankar NJ. Artificial intelligence in forensic medicine and toxicology: the future of forensic medicine. *Cureus.* 2022;14(8):e28376. doi: 10.7759/cureus.28376

4. Zolotenkova GV, Rogachev AI, Pigolkin YI, et al. Age classification in forensic medicine using machine learning techniques. *Sovrem Tekhnologii Med.* 2022;14(1):15–22. doi: 10.17691/stm2022.14.1.02

5. Manigandan T, Sumathy C, Elumalai M, et al. Forensic radiology in dentistry. *J Pharm Bioallied Sci.* 2015;7(Suppl. 1):S260–S264. doi: 10.4103/0975-7406.155944

6. Vodanović M, Subašić M, Milošević D, Savić Pavičin I. Artificial intelligence in medicine and dentistry. *Acta Stomatol Croat.* 2023;57(1):70–84. doi: 10.15644/asc57/1/8

7. Bucci A, Skrami E, Faragalli A, et al. Segmented Bayesian calibration approach for estimating age in forensic science. *Biom J.* 2019;61(6):1575–1594. doi: 10.1002/bimj.201900016

8. Rokhshad R, Ducret M, Chaurasia A, et al. Ethical considerations on artificial intelligence in dentistry: A framework and checklist. *J Dent.* 2023;135:104593. doi: 10.1016/j.jdent.2023.104593

9. Franco A, Mendes SDSC, Picoli FF, et al. Forensic thanatology and the pink tooth phenomenon: From the lack of relation with the cause of death to a potential evidence of cadaveric decomposition in dental autopsies — case series. *Forensic Sci Int.* 2018;291:e8–e12. doi: 10.1016/j.forsciint.2018.08.011

10. Balaji N, Senapati S, Sumathi MK. Forensic digital photography: A review. *Int J Dent Med Res.* 2014;1(3):132–135.

11. Khatri M, Daniel MJ, Srinivasan SV. A comparative study of overlay generation methods in bite mark analysis. *J Forensic Dent Sci.* 2013;5(1):16–21. doi: 10.4103/0975-1475.114550

12. Wright FD, Golden GS. The use of full spectrum digital photography for evidence collection and preservation in cases involving forensic odontology. *Forensic Sci Int.* 2010;201(1-3):59–67. doi: 10.1016/j.forsciint.2010.03.013

13. Rozov RA, Trezubov VN, Popov VL, et al. Automated digital superimposition of the 3D model and archival photographs of full removable dentures in forensic dentistry. *Stomatologija (Mosk).* 2022;101(3):61–69. EDN: NAQEDB doi: 10.17116/stomat202210103161

14. Velenko PS, Poletaeva MP, Bychkov AA, et al. Chromatographic analysis of hard tooth tissue to determine the age of personality. *Sud Med Ekspert.* 2023;66(4):58–61. EDN: QXBXYU doi: 10.17116/sudmed20236604158

15. Rajaram Mohan K, Mathew Fenn S. Artificial intelligence and its theranostic applications in dentistry. *Cureus.* 2023;15(5):e38711. doi: 10.7759/cureus.38711

16. Kil'dyushov EM, Egorova EV, Dvornikov AS, Delyan VA. Estimation of individual biological age in individual in forensic medicine (review). *Russian Journal of Forensic Medicine.* 2020;6(3):4–11. EDN: QQTPLD doi: 10.19048/fm317

17. Ortiz AG, Soares GH, da Rosa GC, et al. A pilot study of an automated personal identification process: Applying machine learning to panoramic radiographs. *Imaging Sci Dent.* 2021;51(2):187–193. doi: 10.5624/isd.20200324

18. Heo MS, Kim JE, Hwang JJ, et al. Artificial intelligence in oral and maxillofacial radiology: what is currently possible? *Dentomaxillofac Radiol.* 2021;50(3):20200375. doi: 10.1259/dmfr.20200375

19. Lewis JM, Senn DR. Forensic dental age estimation: an overview. *J Calif Dent Assoc.* 2015;43(6):315–319.

20. Maji A, Khaitan T, Sinha R, et al. A novel computer-assisted method of bite mark analysis for gender determination. *J Environ Public Health.* 2018;2018:7130876. doi: 10.1155/2018/7130876

21. Aragón ML, Pontes LF, Bichara LM, et al. Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2016;38(4):429–434. doi: 10.1093/ejo/cjw033

22. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Intraoral scanning systems — a current overview. *Int J Comput Dent.* 2015;18(2):101–129.
23. Huang T, Xu H, Wang H, et al. Artificial intelligence for medicine: Progress, challenges, and perspectives. *The Innovation Medicine.* 2023;1(2):100030. doi: 10.59717/j.xinn-med.2023.100030
24. Nijhawan R, Ansari SA, Kumar S, et al. Gun identification from gunshot audios for secure public places using transformer learning. *Sci Rep.* 2022;12(1):13300. doi: 10.1038/s41598-022-17497-1
25. Shui W, Wu X, Zhou M. A computerized facial approximation method for Homo sapiens based on facial soft tissue thickness depths and geometric morphometrics. *J Anat.* 2023;243(5):796–812. doi: 10.1111/joa.13920
26. Alam MK, Alftaikhah SAA, Issrani R, et al. Applications of artificial intelligence in the utilisation of imaging modalities in dentistry: A systematic review and meta-analysis of in-vitro studies. *Heliyon.* 2024;10(3):e24221. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e24221
27. Vanezis P, Blowes RW, Linney AD, et al. Application of 3-D computer graphics for facial reconstruction and comparison with sculpting techniques. *Forensic Sci Int.* 1989;42(1-2):69–84. doi: 10.1016/0379-0738(89)90200-4
28. Mays S. The effect of factors other than age upon skeletal age indicators in the adult. *Ann Hum Biol.* 2015;42(4):332–341. doi: 10.3109/03014460.2015.1044470
29. Cheng C, Cheng X, Dai N, et al. Facial morphology prediction after complete denture restoration based on principal component analysis. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2019;9(3):241–250. doi: 10.1016/j.jobcr.2019.06.002
30. Verma AK, Kumar S, Bhattacharya S. Identification of a person with the help of bite mark analysis. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2013;3(2):88–91. doi: 10.1016/j.jobcr.2013.05.002
31. Daniel MJ, Pazhani A. Accuracy of bite mark analysis from food substances: A comparative study. *J Forensic Dent Sci.* 2015;7(3):222–226. doi: 10.4103/0975-1475.172442
32. Shan T, Tay FR, Gu L. Application of artificial intelligence in dentistry. *J Dent Res.* 2021;100(3):232–244. doi: 10.1177/0022034520969115
33. Cahan P, Treutlein B. A conversation with ChatGPT on the role of computational systems biology in stem cell research. *Stem Cell Reports.* 2023;18(1):1–2. doi: 10.1016/j.stemcr.2022.12.009
34. van Dis EAM, Bollen J, Zuidema W, et al. ChatGPT: five priorities for research. *Nature.* 2023;614(7947):224–226. doi: 10.1038/d41586-023-00288-7
35. Kou Y, Gui X. Mediating community — ai interaction through situated explanation. In: *Proceedings of the ACM on human-computer interaction.* 2020;4(102): 1–27. doi: 10.1145/3415173
36. Mehnen L, Gruarin S, Vasileva M, Knapp B. ChatGPT as a medical doctor? A diagnostic accuracy study on common and rare diseases. *medRxiv.* 2023. doi: 10.1101/2023.04.20.23288859
37. Koski E, Murphy J. AI in healthcare. *Stud Health Technol Inform.* 2021;284:295–299. doi: 10.3233/SHTI210726

## ОБ АВТОРАХ

\* **Верховский Андрей Евгеньевич**, канд. мед. наук, доцент; адрес: Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, д. 28; ORCID: 0000-0002-1627-9099; eLibrary SPIN: 7617-8166; e-mail: a.verhovskii@mail.ru

**Апресян Самвел Владиславович**, д-р мед. наук, профессор; ORCID: 0000-0002-3281-707X; eLibrary SPIN: 6317-9002; e-mail: apresyan@rudn.ru

**Степанов Александр Геннадиевич**, д-р мед. наук, профессор; ORCID: 0000-0002-6543-0998; eLibrary SPIN: 5848-6077; e-mail: stepanovmd@list.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Andrey E. Verkhovskiy**, MD, Cand. Sci (Medicine), Associate Professor; address: 28 Krupskaya street, 214019 Smolensk, Russia; ORCID: 0000-0002-1627-9099; eLibrary SPIN: 7617-8166; e-mail: a.verhovskii@mail.ru

**Samvel V. Apresyan**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor; ORCID: 0000-0002-3281-707X; eLibrary SPIN: 6317-9002; e-mail: apresyan@rudn.ru

**Aleksandr G. Stepanov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor; ORCID: 0000-0002-6543-0998; eLibrary SPIN: 5848-6077; e-mail: stepanovmd@list.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author