

О ТЕХНОЛОГИЯХ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ КАК СРЕДСТВАХ ПОВЫШЕНИЯ ОБЪЕКТИВНОСТИ И ДОСТОВЕРНОСТИ СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКИХ ЭКСПЕРТИЗ

С. В. Ерофеев^{1,2}, Ю. Ю. Шишкин^{1,2}, А. С. Федорова¹

¹ ОБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы Ивановской области», г. Иваново

² ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» МЗ РФ, г. Иваново

Аннотация: В статье приведен 15-летний опыт авторов по разработке и внедрению в экспертную практику методик получения и анализа цифровых 2D- и 3D-изображений. Представлено оригинальное устройство и методика получения объемных 3D-изображений. Предлагается сотрудничество в использовании и совершенствовании указанной методики. Проанализированы основные отличия предлагаемого метода от виртопсии.

Ключевые слова: судебная медицина, криминалистика, идентификация криминалистическая, анализ изображений, трехмерная графика, сканер трехмерный

ABOUT THE TECHNOLOGY OF IMAGE ANALYSIS AS A MEANS OF INCREASING THE OBJECTIVITY AND RELIABILITY OF FORENSIC EXAMINATIONS

Erofeev S. V., Shishkin Y. Y., Fedorova A. S.

Abstract: The article presents 15 years of the authors experience in the development and implementation in expert practice of the methods of obtaining and analyzing digital 2D and 3D images. Presents an original device and the method of obtaining 3D images. Proposed cooperation in the use and improvement of the methodology. Analyzed the main differences of the proposed method from virtopsy.

Keywords: forensic medicine, criminalistics, forensic identification, image analysis, three-dimensional graphics, three-dimensional scanner

<http://dx.doi.org/10.19048/2411-8729-2017-3-2-17-23>

◇ ВВЕДЕНИЕ

Обратиться к обозначенной в заглавии теме нас заставило очевидное повышение публикационной активности в последние несколько лет вокруг проблемы анализа цифровых изображений судебно-медицинских объектов: от разработки различных методик получения 2D- и 3D-изображений до их использования в судебно-медицинской и патологоанатомической практике. Поскольку сотрудники ОБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы Ивановской области» и кафедры судебной медицины и правопедения ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия Минздрава России» занимаются проблемой анализа изображений более 15 лет, мы посчитали изложение собственного опыта в этой сфере интересным для коллег.

Прежде всего, считаем обязательным подчеркнуть, что идея объективизации зрительных образов у эксперта с помощью средств компьютерной техники принадлежала С. С. Абрамову [1–3]. В совместных с ним исследованиях мы разработали и апробировали в экспертной практике методику анализа цветовых характеристик цифровых изображений [4–7], был получен патент на изобретение [8]. При этом мы неоднократно убедились:

- зрение как функция организма, при всем морфологическом и функциональном совершенстве зрительного анализатора, дает весьма субъективную оценку характеристик судебно-медицинского объекта: цвета, формы, размеров и др.;

- высокие требования к доказательности и достоверности экспертиз заставляют искать методы объективизации экспертной оценки, надежные средства регистрации вида объектов, архивирования изображений и, конечно, их цифрового анализа;

- высокая степень экспертного субъективизма проявляется не только в визуальной оценке, но и в самой разнообразной терминологии, которую используют эксперты для описания цвета, формы, поверхности повреждений [9].

Все это убедило в необходимости разработки методик анализа цифровых изображений и определило появление цикла исследований различных повреждений этими методами [10; 11]. Первое подобное завершённое исследование провел М. Я. Шильт по оценке рубцов кожи [12–15]. Следом за ним весьма существенно усовершенствовал методику обследования половых органов женщин при сексуальном насилии М. В. Молоков [16–20]. В 2014 году завершил диссертационное исследование «Судебно-медицинская диагностика кровоподтеков по цифровым изображениям» О. Ортодоксу [21–25]. Существенная новизна этих исследований подтверждена официально зарегистрированными приоритетами на изобретение и свидетельством государственной регистрации компьютерной программы [26–28].

В итоге это позволило нам использовать разработанные методики в экспертной практике: значительно усовершенствовать процесс фото- и видеосъемки, привести к «общему знаменателю» условия освещения объекта с помощью стандартной цветовой линейки, создать архив фото- и видеоизображений в отделах экспертизы трупов, экспертизы потерпевших, обвиняемых и других лиц, дать архивным изображениям единообразную характеристику с возможностью быстрого автоматизированного поиска.

Далее мы убедились, что систематическое архивирование изображений повреждений (в цвете, при стандартном освещении и стандартных цветовых характеристиках, с возможностью цифрового анализа) в случаях убийств, ДТП, при наличии отпечатков рельефа травмирующих

орудий стало приносить плоды. В частности, обыденными стали медико-криминалистические экспертизы идентификации травмирующих орудий и предметов по характеристикам кровоподтеков и ссадин, отображающих рельеф орудия. Хранимые в электронном архиве изображения повреждений иногда оказывались востребованными через несколько недель и даже месяцев после съемки на трупе – по мере того как в ходе оперативно-розыскных мероприятий появлялись подозреваемые, выдавшие травмирующие орудия.

Приведенный выше собственный опыт разработки методик компьютерного анализа изображений в очередной раз демонстрирует общие закономерности развития морфологического направления в биологии и медицине. Со времен А. Левенгука первые морфологи, изучая биологические объекты, стремились вооружить зрение – лупами, микроскопами с использованием различных оптических методик и множества гистологических и гистохимических окрасок. Одновременно с проникновением в тайны структуры биообъектов возникала потребность в объективизации морфологической картины – это вызвало к жизни морфометрию и математическую обработку морфологических изменений. А в современных исследовательских микроскопах морфометрия и автоматизированная математическая обработка морфологических параметров уже стали стандартными опциями и принимаются во многих судебно-гистологических отделениях как должное. По аналогии – в развитии методов анализа изображений макрообъектов биологического происхождения мы наблюдаем реализацию тех же целей, что и в процессе многолетнего совершенствования методов микроскопического исследования (правда, в десятки раз быстрее):

- совершенствование оптического (фотографического) оборудования;
- разработка и совершенствование методов изучения объектов для выявления новых морфологических характеристик (на качественном уровне);
- использование морфометрических методов и математической обработки для объективизации установленных информативных признаков.

Здесь уместно будет вспомнить о различиях в информативных признаках, которые важны при судебно-медицинском исследовании трупа, в отличие от патологоанатомической аутопсии. В обоих случаях одинаково важную для диагностики информацию прозекторы получают при внутреннем исследовании трупа. Однако при судебно-медицинской экспертизе огромный объем важнейшей диагностической информации эксперт, в отличие от патологоанатома, получает при наружном исследовании. Прежде всего это касается повреждений, а также трупных изменений, одежды, следов крови, инородных тел и других значимых судебно-медицинских объектов. Это привело нас к убеждению в необходимости разработки методики получения 3D-изображения трупа с возможностью детального изучения мелких судебно-медицинских объектов, находящихся на поверхности одежды и тела. Для любого судебного медика очевидна значимость сохранения такой виртуальной копии – даже для возвращения к повторному наружному исследованию самим экспертом.

Более 6 лет назад мы начали разрабатывать представляемую здесь методику и устройство для 3D-съемки. Уже на начальном этапе патентного и библиографического поиска мы столкнулись с проблемой, которую решили преодолеть. Знакомство с характеристиками множества 3D-сканеров показало, что они по своим возможностям делятся на 2 группы – предназначенные либо для мелких

(до 1–2 см) объектов (микроскопы с возможностями 3D), либо для крупных (5–200 см) объектов. Это не позволяло нам получить 3D-копию трупа в условиях секционной и одновременно получить высококачественные изображения органов, костей, повреждений с возможностью многократного увеличения. Преодоление этой проблемы потребовало несколько лет для достижения универсальной технологии сканирования (UST – Universal Scanning Technology).

Библиографический и патентный поиск был важным и интересным этапом нашей работы. В данной публикации мы не имеем возможности поделить его результатами. Однако тех коллег, кто желает ознакомиться с состоянием аналогичных исследований в Западной Европе и в России (начиная с 80-х годов прошлого века), мы адресуем к недавно опубликованному библиографическому анализу современных возможностей фотограмметрии в судебно-медицинской практике и научных исследованиях, основательно подготовленным В. А. Фетисовым, И. Ю. Макаровым, А. А. Гусаровым, А. С. Лоренцом, С. А. Смирениным и В. Б. Страгисом [29]. Наиболее интересные и значимые, на наш взгляд, исследования из этого обзора имеются в послестатейном списке литературы [30–39].

В этой статье мы считаем необходимым лишь уделить внимание виртопсии для того, чтобы сразу подчеркнуть ее отличия от предлагаемой нами методики универсального сканирования. Процедура виртопсии заключается в построении послойного трехмерного изображения трупа с помощью оптических сканеров (снаружи) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) внутри, без рассечения тканей [40].

У нас известны исследования, проводимые в лаборатории виртопсии Бернского университета под руководством профессора М. Thali [40–49], а также исследования шведских медиков, разработавших 3D-систему Virtual Autopsy Table [50].

Система Virtual Autopsy Table была разработана совместными усилиями нескольких организаций медицинской и информационно-технической направленности, среди которых Norrköping Visualization Center и Center for Medical Image Science and Visualization. В первую очередь это изобретение направлено на использование в судебно-медицинской практике и призвано облегчить проведение экспертиз. Тело пострадавшего размещают на диагностическом столе, расположенном под сканирующим устройством СТ (Computerized Tomography) и (или) магнитно-резонансного сканирования (MRI). Данные, получаемые со сканеров, обрабатывают с помощью специализированного программного обеспечения. После обработки, занимающей около 20 секунд, компьютер строит трехмерную виртуальную визуализацию тела пострадавшего. Для обеспечения качественного отображения используется самая быстрая видеокарта NVIDIA GTX 295, которая формирует изображение с разрешением Full HD. Группа разработчиков предполагает в ближайшем времени наладить мелкосерийный выпуск этих устройств. Помимо судебно-медицинских учреждений, этой разработкой заинтересовались и несколько медицинских учебных заведений, которые уже поставили в свой план использование Virtual Autopsy Table в учебном процессе [50].

Использование представляемой нами технологии имеет иные цели и возможности. Цель – сочетание обзорного и детального исследования поверхности судебно-медицинских объектов – трупа, одежды, повреждений, костей, внутренних органов. UST бессмысленно применять без традиционной аутопсии.

Следует отметить, что технология UST подразумевает получение 2D- и 3D-изображений. Принципы диагностики, разработанные для фотограмметрии, применимы и в ходе использования UST.

Благодаря использованию принципов триангуляции и освещения структурированным светом удается избежать использования громоздкого оборудования, стереонасадок и сложных рутинных вычислений, длительного процесса совмещения отсканированных поверхностей, сочетания дорогостоящей аппаратуры и многочисленных сканеров – все осуществляется одним прибором.

Разработанная нами технология не противоречит виртопсии и не является ее дополнением, а представляет отдельный информативный инструмент со своими преимуществами и недостатками. Среди возможностей UST не только создание трехмерных моделей объектов, но и реализация изображений объектов в виде векторной и растровой графики.

Векторная графика – способ представления объектов и изображений, основанный на математическом описании элементарных геометрических объектов («примитивов»), таких как точки, линии, окружности, треугольники. Типичным примером редактора векторной графики является CorelDraw. **Растровая графика** – способ представления объектов и изображений, которые состоят из точек (точка-растр). Точки расположены в определенной последовательности и имеют определенный цвет. Типичным примером редактора растровой графики является стандартное приложение в Windows – Paint. 3D-модель в наиболее прогрессивном, фундаментальном виде состоит из сочетания векторной и растровой графики. Основу 3D-модели составляет векторная графика. Первоначально при сканировании формируется 3D-модель в векторной графике, создается «скелет» модели, состоящий из комплекса «примитивов». Затем, если позволяет оборудование, на скелет, словно цветная скатерть на стол, надевается растровое изображение. Этот процесс надевания цветного изображения является **текстурированием**. **Текстура** – это цветовая раскраска 3D-модели. **Завершенная, круговая 3D-модель** – это 3D-модель, отражающая вид объекта со всех сторон. Существуют и 3D-модели без векторной графики. Такая модель складывается из растровых изображений, отснятых по кругу и «склеенных» специальной программой. Такой сервис (по «склеиванию») предоставляется бесплатно онлайн в сети Интернет. Но по существу это является пародией на 3D-модель, с признаками спекуляции на термине. **Полноценную 3D-модель можно подвергать математической обработке, использовать стандартные 3D-редакторы, изменять, улучшать, проводить цифровой анализ.** При проведении исследований было выявлено, что в ряде случаев получение изображения повреждений в виде векторной 3D-графики, без текстурирования, позволяет выявить повреждения, которые не заметны на 2D-фотографии или 3D-модели с текстурой. На рис. 1 дано изображение щитовидного хряща, выполненное с текстурированной 3D-модели. На рис. 2 – изображение с той же модели без текстуры. На векторном изображении хорошо заметны зигзагообразные линии перелома пластины щитовидного хряща, которые можно детально рассмотреть при увеличении модели (рис. 3).

На рис. 4 представлен разработанный комплекс UST 2.0. Рассмотрим его конструктивные особенности. Прибор представляет собой механически, оптически и программно согласованный комплекс, состоящий из штатива, каркаса, проектора, регистрирующего устройства, программного обеспечения. В основу работы прибора положены принцип

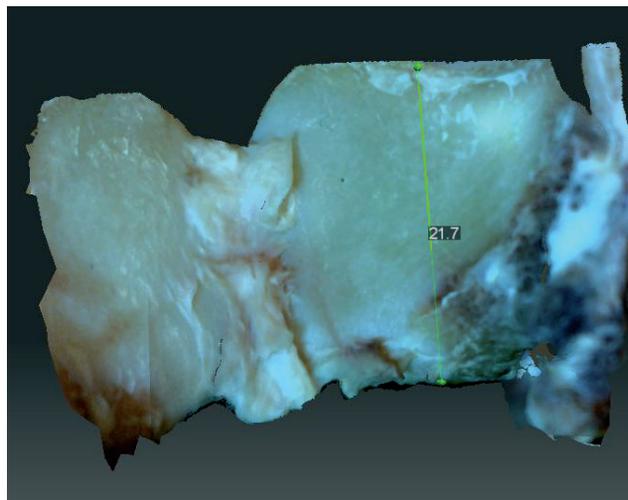


Рис. 1. Изображение щитовидного хряща. Растровая графика. Текстура Full HD 1920×1080. Трехмерное сканирование UST

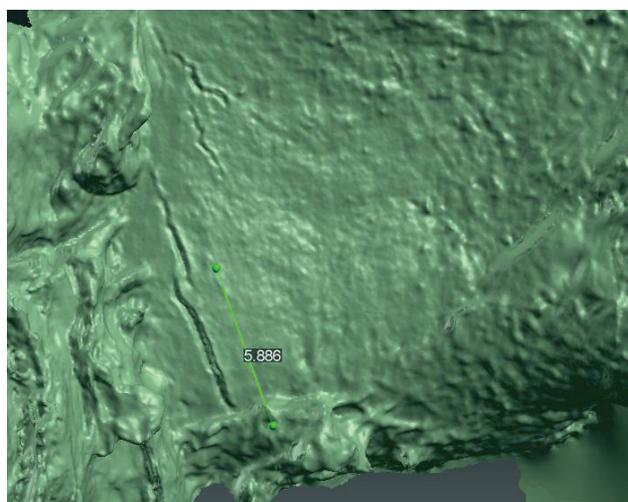


Рис. 2. Изображение щитовидного хряща. Векторная графика, без текстуры. Трехмерное сканирование UST

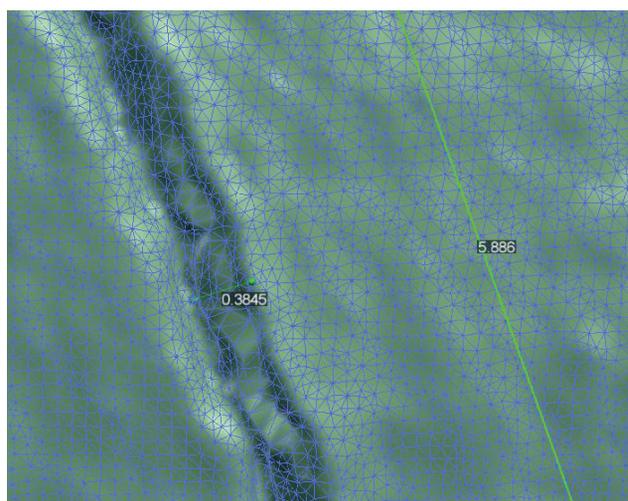


Рис. 3. Изображение щитовидного хряща. Векторная графика, без текстуры. Трехмерное сканирование UST. Увеличение зоны перелома, выполнение измерений



Рис. 4. Комплекс для трехмерного сканирования UST 2.0

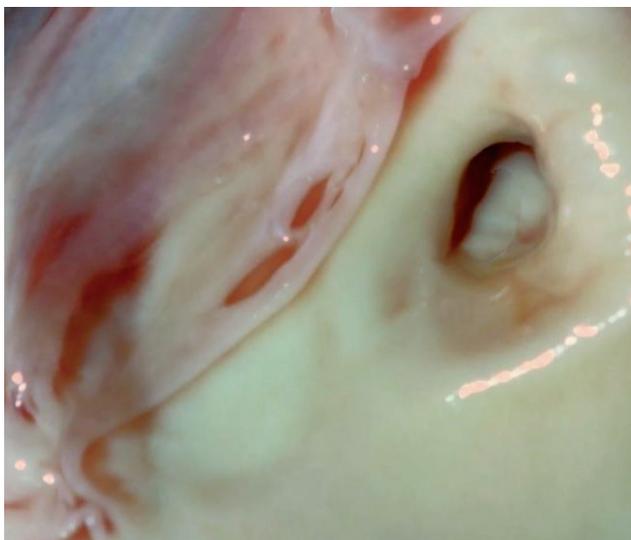


Рис. 5. Внутренняя поверхность аорты, аортальный клапан, устье венечной артерии. Растровая графика. Текстура Full HD 1920×1080. Трехмерное сканирование UST

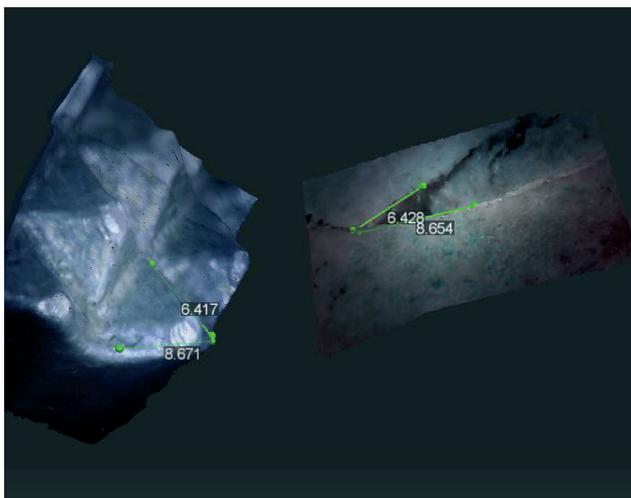


Рис. 6. Выполнение измерений на трехмерной модели поверхности молотка для отбивания мяса и поверхности перелома костей свода черепа. Растровая графика. Текстура Full HD 1920×1080. Трехмерное сканирование UST

регистрации объекта, подсвеченного структурированным светом, и принцип триангуляции.

Отличия от существующих аналогов в следующем.

1. Возможность сканировать одним устройством объекты в широком диапазоне размеров (от 1 мм до 2 м).

2. Мобильная и легкая конструкция прибора с возможностью быстрой сборки и демонтажа.

3. Быстрая настройка и калибровка прибора; возможность загрузки быстрой калибровки и ее сохранения.

4. Прочная конструкция: в основе прочные алюминиевые компоненты с особым покрытием, устойчивым к атмосферным воздействиям.

5. Универсальность: возможность сканировать различные объекты – биологические и небиологические; сканирование на расстоянии (200 мм и более) без контакта с объектом (операционное поле, раны, инфицированные объекты, радиоактивные объекты). На рис. 5 представлено изображение внутренней поверхности аорты, аортальный клапан, устье венечной артерии при сканировании с расстояния 200 мм.

6. Возможность сканирования без дополнительного освещения, в том числе в темноте.

7. Высокое качество получаемых 3D-моделей с цветной текстурой высокого разрешения; сочетание векторной и растровой графики; сохранение трехмерных моделей в стандартных форматах с возможностью их дальнейшей обработки в стандартных 3D-редакторах и вывода на печать.

8. Возможность получать высококачественные 2D-фотографии.

9. Возможность выполнения измерений по ходу формирования 3D-модели или в последующем (рис. 6, 7).

10. Автоматизированное сравнение поверхностей с визуализацией результатов сравнения.

11. Низкая стоимость при высоких технических характеристиках.

Считаем необходимым ознакомить коллег с некоторыми техническими параметрами:

- Физическая матрица 2 мегапикселя;
- Разрешение (видео, текстуры 3D) Full HD 1920×1080;
- Максимальная частота кадров 30 Гц;
- Интерполированное разрешение (2D-фото) 8 мегапикселей.

• Увеличение: до ×1000 раз;

• Подключение устройства регистрации USB 2.0;

• Совместимые операционные системы Windows XP/Vista/7/9/10;

• Крепление объектива к устройству регистрации – стандартная резьба M42 или M39. Это делает возможным замену объективов под задачи пользователя, применять удлинительные кольца для макросъемки;

• Прибор может быть укомплектован различными объективами с подходящей стандартной резьбой, например «Гелиос-44».

• В комплекте имеются три удлинительных кольца для объектива;

• В комплект входит проектор, который является частью сканера;

• Размеры сканируемых объектов: от 1×1 мм до 2 м;

• Точность сканирования до 0,001 мм;

• Создание 3D-моделей и съемка 2D может осуществляться без дополнительного источника света, только за счет применения проектора, входящего в комплект. Однако для получения лучшего качества изображения 2D и текстуры в 3D может использоваться дополнительный источник света по усмотрению пользователя.

Как показало использование в работе, устройство характеризуют универсальность, мобильность, надежность, точность, эффективность, практичность.

В настоящее время у нас есть уверенность в эффективном использовании описанного комплекса и методики универсального сканирования (UST) в судебно-медицинской и клинической практике. Созданный в последние годы работоспособный коллектив имеет возможность производить устройство и вести обучение методике работы с прибором. В Федеральном институте промышленной собственности официально зарегистрировано два приоритета на устройство и получен приоритет на изобретение по методике.

Поэтому, представляя сегодня эту разработку, мы открыты и готовы к следующему:

- Всем заинтересованным коллегам предлагаем сотрудничество на основе паритета, закона об авторском праве и очередности;
- Предлагаем устройство, обучение методике и готовы вместе ее совершенствовать и развивать;
- Готовы к спокойному восприятию конструктивной критики.

◇ ЛИТЕРАТУРА

1. **Абрамов С.С., Болдырев Н.И.** Компьютерный способ построения дискретной модели черепа и возможности ее использования при краниофациальной идентификации личности // *Материалы 1-й Международной конференции судебных медиков.* – Астрахань, 1995. – С. 22.
2. **Абрамов С.С., Болдырев Н.И.** О новом методе моделирования объектов с помощью компьютерных и лазерных технологий // *Материалы IV Всероссийского съезда судебных медиков.* – Москва – Владимир, 1996. – С. 49–50.
3. **Абрамов С.С.** Компьютеризация краниофациальной идентификации (методология и практика): Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 1998. – 278 с.
4. **Абрамов С.С., Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю.** Методика формализации растровых цветных изображений повреждений при исследовательской съемке // *Актуальные вопросы судебной и клинической медицины.* – Ханты-Мансийск, – 2002. – Вып. 6. – С. 29–31.
5. **Абрамов С.С., Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю.** Некоторые возможности применения компьютерного анализа цветных изображений в судебной медицине // *В Сб. научных трудов Российского центра судебно-медицинской экспертизы Минздрава РФ: Актуальные проблемы судебной медицины.* – М.: «Лана», – 2003. – С. 170–172.
6. **Абрамов С.С., Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю.** Цифровая фотография как объект судебно-медицинского исследования // *Судебно-медицинская экспертиза.* – М., 2005. – № 1. – С. 33–36.
7. **Шишкин Ю.Ю.** Цифровые технологии исследования изображений как средство судебно-медицинской диагностики повреждений кожи: Дис. ... докт. мед. наук: защищена 07.12.2005; утв. 07.07.2006 / – Иваново: Изд-во ГОУ ВПО ИвГМА РосЗДРАВА, 2005. – 207 с.
8. **Шишкин Ю.Ю., Ерофеев С.В.** «Компьютерный способ формализации растровых цветных изображений повреждений» // *Патент на изобретение № 2231288 от 27.06.2004.*
9. **Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю.** Анализ цветового состава изображений повреждений на секционном материале // *Судебно-медицинская экспертная деятельность: проблемы и перспективы: сб. ст.* – Киров, – 2002. – С. 122.
10. **Молоков М.В., Шишкин Ю.Ю.** Анализ возможности использования цифровой фотографии для визуаль-

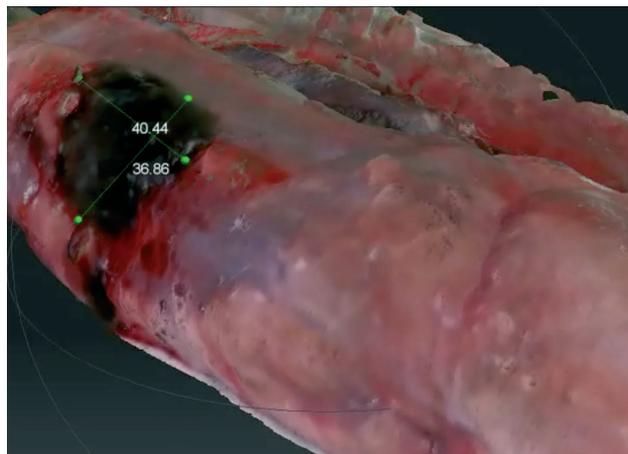


Рис. 7. Выполнение измерений на трехмерной модели легких с участком ушиба. Растровая графика. Текстура Full HD 1920×1080. Трехмерное сканирование UST

- ной оценки характера повреждений кожи / *Вестник Российского государственного медицинского университета.* – М.: РГМУ. – 2005. – № 3 (42). – С. 181.
11. **Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю., Молоков М.В.** Опыт применения цифровой фотографии при судебно-медицинской экспертизе потерпевших, обвиняемых и других лиц / *Актуальные вопросы судебно-медицинской экспертизы потерпевших, подозреваемых, обвиняемых и других лиц. Сб. мат. Всероссийской научно-практической конференции, 15–16 марта 2007 г.* – Москва – Рязань: РИО ГОУ ВПО «РГМУ им. акад. И.П. Павлова РосЗдрава»; РИО ФГУ «РЦСМЭ РосЗдрава», – 2007. – С. 69–70.
 12. **Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю., Шильт М.Я.** Состояние и перспективы оценки цветовой характеристики рубцов / *Актуальные вопросы судебно-медицинской экспертизы потерпевших, подозреваемых, обвиняемых и других лиц. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, 15–16 марта 2007 г.* – Москва – Рязань: РИО ГОУ ВПО «РГМУ им. академика И.П. Павлова РосЗдрава»; РИО ФГУ «РЦСМЭ РосЗдрава», – 2007. – С. 70–71.
 13. **Шильт М.Я.** Медико-правовая оценка рубцов кожи как показатель ненадлежащего оформления медицинской документации. / *Медицинское право.* – 2008. – Т. 23, № 3. – С. 40–44.
 14. **Шильт М.Я.** Судебно-медицинская оценка рубцов кожи у живых лиц с применением цифровых технологий: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., – 2008. – 22 с.
 15. **Ерофеев С.В., Шильт М.Я.** Экспертиза рубцов кожи – современное состояние, анализ качества / *Актуальные вопросы судебно-медицинской экспертизы потерпевших, подозреваемых, обвиняемых и других лиц. Сб. мат. Всероссийской научно-практической конференции, 15–16 марта 2007 г.* – Москва – Рязань: РИО ГОУ ВПО «РГМУ им. акад. И.П. Павлова РосЗдрава»; РИО ФГУ «РЦСМЭ РосЗдрава», – 2007. – С. 71–73.
 16. **Молоков М.В.** Возможности применения цифровой фотографии для диагностики повреждений при сексуальном насилии: Дис. ... канд. мед. наук: 2012. – 138 с.
 17. **Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю., Молоков М.В.** Эффективный метод измерения размеров девственной плевы и ее повреждений / *Вопросы судебной ме-*

- дицины, медицинского права и биоэтики: сборник научных трудов. – Самара: Кредо, – 2011. – С. 60–63.
18. *Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю., Молоков М.В., Ортодоксу О.* Применение цифровых технологий для диагностики повреждений при сексуальном насилии / Актуальные проблемы химии, биологии и медицины: глава в монографии. Кн. 2. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2011. – Гл. 5. – С. 108–128.
 19. *Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю., Молоков М.В., Ортодоксу О.* Цифровая фотография как доказательство при судебно-медицинской экспертизе потерпевших от сексуального насилия / Медицинское право. – 2011. – № 5. – С. 36–40.
 20. *Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю., Молоков М.В., Ортодоксу О.* Применение компьютерных программ для судебно-медицинской диагностики повреждений при сексуальном насилии. – Вестник Ивановской медицинской академии. – 2011. – № 3. – С. 19–22.
 21. *Шишкин Ю.Ю., Ортодоксу О.* Обследование половых органов и экстрагенитальных повреждений при проведении судебно-гинекологической экспертизы с применением новых технологий / Медицинская экспертиза и право. – М. – 2011. – № 4. – С. 23–25.
 22. *Ортодоксу О.* Судебно-медицинская диагностика кровоподтеков по цифровым изображениям: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – М., – 2014. – 24 с.
 23. *Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю., Ортодоксу О.* Перспективы использования компьютерного анализа изображений кровоподтеков в судебно-медицинской практике // Сб. тезисов докл. Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – М., – 2010. – С. 78–80.
 24. *Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю., Ортодоксу О.* Электронная база данных для архивирования и анализа изображения в отделе экспертиз потерпевших // Сб. тезисов докл. Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – М., – 2010. – С. 80–81.
 25. *Шишкин Ю.Ю., Молоков М.В., Ортодоксу О.* Общая характеристика экстрагенитальных повреждений в случаях сексуального насилия // Межрегиональная научно-практическая конференция с международным участием. – Суздаль. – 2012. – С. 154–157.
 26. *Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю., Ортодоксу О.* Компьютерный способ измерения кровоподтеков. Положительный результат формальной экспертизы изобретения № 2011113205/14(019559). // ФГБУ ФИПС, 2011.
 27. *Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю.* Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010616098 от 16.09.2010 «Программа определения размеров повреждений по цифровым фотографиям».
 28. *Ерофеев С.В., Шишкин Ю.Ю., Молоков М.В.* Компьютерный способ измерения размеров девственной плевы и ее повреждений. Положительный результат формальной экспертизы изобретения № 2011115781/14(023482).
 29. *Фетисов В.А., Макаров И.Ю., Гусаров А.А., Лорени А.С., Смирнин С.А., Стразис В.Б.* Современные возможности использования фотограмметрии в судебно-медицинской практике и научных исследованиях. – Судебно-медицинская экспертиза. – 2016. – Т. 59. – № 6. – С. 41–47.
 30. *Ковбасин В.Ф.* Построение математической модели орудия травмы фотограмметрическим методом. – Научно-практическая конференция кафедры судебной медицины УИУВ. Материалы. – Харьков. – 1983. – С. 17–20.
 31. *Ковбасин В.Ф.* Использование стереотеневой фотограмметрии при судебно-медицинском установлении механизма образования повреждений и отождествления орудия травмы. В кн.: Экспертные критерии механизма повреждений и диагностика давности их причинения. – Республиканское БСМЭ. – Труды. – М., 1984. – С. 138–140.
 32. *Ковбасин В.Ф.* Стереотеневая фотограмметрия при отождествлении орудия травмы. – Судебно-медицинская экспертиза. – 1987. – № 3. – С. 18–21.
 33. *Родионов Л.Д.* Теоретические основы и практика применения фотограмметрии при расследовании дорожно-транспортных происшествий. Дис ... канд. юр. наук. – М., 1986. – 147 с.
 34. *Смирнова С.А., Коровкин Д.С., Ягунов А.С.* Современное состояние работы со следами на месте происшествия в странах Евросоюза. – Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. – 2012. – № 54 (2). – С. 169–171.
 35. *Милчев М.Н.* Практическая энциклопедия цифровой фотографии. – М.: АСТ «Сова». – 2004. – 243 с.
 36. *Фетисов В.А.* Посмертная томография в исследованиях швейцарских судебных медиков и рентгенологов в проекте «ВИРТОПСИЯ». – Эксперт-криминалист. – 2016. – № 4. – С. 28–32.
 37. *Evans S., Jones C., Plassmann P.* 3D imaging in forensic odontology. – J. Vis Commun Med. – 2010;16;33(2): 63–8. doi: 10.3109/17453054.2010.481780.
 38. *Evans S., Plassmann P.* 3D Image capture for the analysis of bite mark injuries. – JBC 2011;37 (2–3): p.36–42.
 39. *Urbanova P., Hejna P., Jurda M.* Testing photogrammetry-based techniques for three-dimensional surface documentation in forensic pathology. – Forensic Sci Int. – 2015; 250:77–86. doi:10/1016/j.forsciint.2015.03.005.
 40. *Walker S.* Digitally Photogrammetry Workstations 1992–1996. – International Archive of Photogrammetry and Remote Sensing. – Vienna, 1996;31:384–395.
 41. *Thali M.J., Braun M., Markwalder T.H., Bruschiweiler W., Zollinger U., Malik N.J., Yen K., Dirnhofer R.* Bite mark documentation and analysis: the forensic 3D/CAD supported photogrammetry approach. – Forensic. Sci. Int. – 2003;135 (2):115–21.
 42. *Туманова У.Н., Щеголев А.И.* Лучевая визуализация неспецифических посмертных изменений сердечно-сосудистой системы. – Судебно-медицинская экспертиза. – 2016. – Т. 59. – № 5. – С. 59–63.
 43. *Burton J., Underwood J.* Clinical, educational, and epidemiological value of autopsy. – Lancet. 2007; 369: 1471–1480. doi: 10.1016/s0140-6736(07)60376-6
 44. *Thali M.J., Yen K., Schweizer W., Vock P., Boesch C., Ozdoba C., Schroth G., Ith M., Sonnenschein M., Doernhofer T., Scheurer E., Plattner T., Dirnhofer R.* Virtopsy, a new imaging horizon in forensic pathology: virtual autopsy by postmortem multislice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI) a feasibility study. – J Forensic. Sci., 2003; 48 (2): 386–403.
 45. *Dirnhofer R., Jackowski C., Vock P., Potter K., Thali M. J.* Virtopsy: minimally invasive, imaging guided virtual autopsy. – Radio Graphics. – 2006; 26(5): 1305–1333. doi:10.1148/rg.265065001
 46. *Thali M.J., Jackowski C., Oesterhelweg L., Ross S.G., Dirnhofer R.* Virtopsy – the Swiss virtual autopsy approach. – Leg Med. (Tokyo). – 2007; 9(2): 100–104. doi: 10.1016/j.legalmed.2006.11.011
 47. *Charlier P., Carlier R., Roffi F., Ezra J., Chaillot P.E., Duchat F., Huynh-Charlier I., Lorin de la*

Grandmaison G. Postmortem abdominal CT: assessing normal cadaveric modifications and pathological processes. – Eur J. Radio – 2011; 81(4): 639–647. doi: 10.1016/j.ejrad.2011.01.054

48. Туманова У.Н., Федосеева В.К., Ляпин В.М., Степанов А.В., Воеводин С.М., Щеголев А.И. Посмертная компьютерная томография мертворожденных с костной патологией. – Медицинская визуализация. – 2013. – № 5. – С. 110-120.

49. Коков Л.С., Кинле А.Ф., Сеницын В.Е., Филимонов Б.А. Возможности компьютерной и магнитно-резонансной томографии в судебно-медицинской экспертизе механической травмы и скоропостижной смерти // Журнал им. Н.В. Склифосовского. Неотложная медицинская помощь. – 2015 – № 2. – С.16-26.

50. Электронный ресурс. <http://www.dailytechinfo.org/medic/695-3d-virtual-autopsy-table-vskrytie-bez-vskrytiya.html>

Для корреспонденции

ЕРОФЕЕВ Сергей Владимирович – д.м.н., проф., начальник ОБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы Ивановской области», заведующий кафедрой судебной медицины и правоповедения ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия»; 153003, г. Иваново, ул. Парижской Коммуны, д. 5Г; +7 (4932) 38-63-31 • shishkinuu@rambler.ru

ШИШКИН Юрий Юрьевич – д.м.н., заведующий отделом ОБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы Ивановской области», профессор кафедры судебной медицины и правоповедения ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия»; 153003, г. Иваново, ул. Парижской Коммуны, д. 5Г; +7 (4932) 38-63-31 • shishkinuu@rambler.ru

ФЕДОРОВА Александра Сергеевна – судебно-медицинский эксперт ОБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы Ивановской области»; 153003, г. Иваново, ул. Парижской Коммуны, д. 5Г; +7 (4932) 38-63-31 • shishkinuu@rambler.ru

■ Конфликт интересов отсутствует.