

Н.В. Фетисенкова
главный специалист
отдела организационно-правового и
информационного обеспечения производства экспертиз
ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России

НОВЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ

Представлены переводы рефератов статей, опубликованных в изданиях: **Journal of Forensic Sciences (JFS)**, том 59, №№ 2; 3 за 2014 г. American Academy of Forensic Sciences (AAFS) издательства Wiley Company (США), [Интернет-версия: onlinelibrary.wiley.com]; **Science & Justice**, том 54, №№ 1; 2; 3 за 2014 г.; **Forensic Science International (FSI)**, тома 231 за 2013 г. и 238 за 2014 г. изд-ва Elsevier (Нидерланды), [интернет-версия: www.sciencedirect.com]; **Problems of Forensic Sciences (PFS)**, том 96 за 2013 г., изд-ва Institute of Forensic Research in Kraków (Польша), [интернет-версия: www.forensicscience.pl]. Переводы рефератов с англ. выполнены А.А. Игнатъевой (если не указан другой переводчик).

N. Fetisenkova
Senior Specialist of the Russian Federal Center
of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice

NEW PUBLICATIONS ON FORENSIC EXAMINATION

Анализ черных чернил для гелевых ручек методом ГХ с учетом различных условий хранения записей = GC Analysis of Black Gel Pen Ink Stored under Different Conditions / Biao Li, Peng Xie, Ying-min Guo, & Qing Fei [China] // JFS. – March 2014. – Vol. 59, № 2. – P. 543–549.

Рукописные записи, выполненные гелевыми ручками черного цвета, являются одним из наиболее распространенных типов оспариваемых документов, проходящих в качестве вещественных доказательств по уголовным и гражданским делам на территории Китая. Важнейшая задача судебно-технической экспертизы документов

(СТЭД) – определить, были ли две или более рукописных записей в одном или более документов выполнены одним и тем же типом черных чернил. Важной и сложной проблемой СТЭД является определение возраста штрихов, нанесенных чернилами для гелевых ручек. В данной статье представлены результаты исследования по определению летучих компонентов гелевых чернил и классификации черных чернил методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором. Зависимость между составом летучих компонентов гелевых чернил и возрастом записей, хранившихся в условиях естественного или ускоренного старения под действием УФ излучения,

выражена с помощью градуировочных графиков. Также установлено соотношение между скоростью старения в естественном режиме и под действием УФ-излучения. Результаты экспериментов показывают, что ГХ может успешно применяться как метод анализа черных чернил для гелевых ручек, в частности, для определения относительного возраста рукописных записей, выполненных гелевыми чернилами, при соблюдении определенных условий.

Исследование внутригрупповой вариационности паст для шариковых ручек черного цвета на основании данных, полученных методом микро-НПВО ИК-Фурье спектроскопии = Investigating within-group variations of black ballpoint pen inks based on data obtained by micro-attenuated total reflectance / fourier transform infrared spectroscopy / Loong Chuen Lee, Abdul Aziz JemAin [Malaysia] // PFS. – 2013. – Vol. 96. – P. 689–701. Перевод выполнен М.В. Тороповой

В последние годы активно изучаются возможности применения в судебной экспертизе метода микро-НПВО ИК-Фурье спектроскопии для анализа материалов письма. Целью исследования являлось изучение возможностей микро-НПВО ИК-Фурье спектроскопии для дифференциации шариковых ручек разных моделей различных торговых марок. Было выбрано и проанализировано 14 моделей черных шариковых ручек трех торговых марок. Сравнение ИК-спектров проводилось на основе коэффициента корреляции Пирсона после стандартизации. Затем был рассчитан модифицированный коэффициент корреляции для оценки внутри- и межгрупповой вариационности паст. В целом, вариационность между моделями была несколько выше, чем вариационность между торговыми марками. Модели ручек, которые отличаются только размерами пишущего шарика, могут содержать близкие по составу пасты. Вариационность паст моделей ручек одной торговой марки зависит от производителя. В заключение можно отметить, что метод микро-НПВО ИК-Фурье спектроскопии характеризуется высокой воспроизводимостью результатов и может использоваться для дифференциации ручек разных моделей одной торговой марки.

Использование гиперспектральной съемки при исследовании чернил для гелевых ручек: новый метод судебной-технической экспертизы документов = Hyperspectral imaging of gel pen inks: An emerging tool in document analysis / G. Reed, K. Savage, D. Edwards, N. Nic Daeid [UK] // Science & Justice. – January 2014. – Vol. 54, № 1. – P. 71–80.

Гиперспектральная съемка (ГСС), сочетающая технологии отражательной спектроскопии с цифровыми алгоритмами формирования и обработки изображений, является подходящим приемом исследования чернил, включая чернила для гелевых ручек. Технические особенности метода позволяют обнаруживать малейшие отличия между близкими по химическому составу образцами чернил. В работе изучались различия синих, красных и черных гелевых чернил, нанесенных на белую офисную бумагу, которые были проанализированы с применением ГСС. Возможности использования данного метода для дифференциации чернил сравнивали с возможностями применения других аналитических методов; результаты представлены. Дифференцирующий потенциал рассматриваемого метода составил 1,00, 0,90 и 0,40 с использованием ГСС для красных, синих и черных чернил, соответственно. Общий средний дифференцирующий потенциал метода приблизительно 0,76 в сочетании с неразрушающим характером и минимальными требованиями к подготовке образцов свидетельствуют о перспективности применения технологии ГСС в данной области судебной экспертизы.

Применение лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии для решения задач криминалистического исследования чернил = Application of laser induced breakdown spectroscopy to examination of writing inks for forensic purposes / Agnieszka Kula, Renata Wietecha-Pos uszny, Katarzyna Pasioneck, Ma gorzata Kr I, Micha Wo niakiewicz, Pawe Ko cielniak [Poland] // Science & Justice. – March 2014. – Vol. 54, № 2. – P. 118–125.

Исследование посвящено анализу чернил методом лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии (ЛИЭС). Анализ 34 образцов синих, 30 образцов черных и 21 образца красных чернил для письма проводился в условиях, оптимизированных для

оценки различий химического состава чернил разных цветов, торговых марок и типов. Сравнение проводилось по девяти элементам: барий, хром, медь, железо, литий, молибден, марганец, никель и вольфрам. Сильный фоновый спектр бумаги исключил возможность ЛИЭС-анализа некоторых элементов, часто входящих в состав чернил (кальций, алюминий, магний, натрий, титан и кремний). Установлено, что метод ЛИЭС позволяет выявить качественные различия в элементном составе образцов чернил. Дифференцирующий потенциал метода оценивается в 83%, 82% и 61% для синих, черных и красных чернил, соответственно. В некоторых случаях также удалось дифференцировать разные образцы чернил одной торговой марки. Результаты исследования свидетельствуют о перспективности применения ЛИЭС-анализа в судебной экспертизе и подтверждают эффективность и пригодность данного метода, который позволяет исследовать малые количества образца и получать результаты за очень короткое время.

Влияние температуры на качество визуализации скрытых отпечатков пальцев на металлических поверхностях методом цифрового преобразования цвета = Effect of Temperature on the Visualization by Digital Color Mapping of Latent Fingerprint Deposits on Metal / Alicia Peel & John W. Bond [UK] // JFS. – March 2014. – Vol. 59, № 2. – P. 490–493.

Визуализация отпечатков пальцев рук (следов наслоения потожирового вещества) проводилась методом цветокоррекции цифровых изображений света, отражаемого нагретыми латунными, медными, алюминиевыми или жестяными поверхностями, с применением пакета Adobe® Photoshop®. Металлические поверхности нагревались до определенных температур в диапазоне от 50°C до 500°C с интервалом в 50°C, при этом оптимальное усиление отпечатков достигалось при температуре нагрева 250°C, 350°C, 50°C и 300°C, соответственно, и скорректированных значениях цветового тона 247°, 245°, 5°, и 34°, соответственно. При последующей промывке металлических пластинок качество визуализации отпечатков пальцев методом преобразования цвета не ухудшалось; применение данного метода повышало видимость отпечатков при всех значениях T. Установлено,

что оптимальное значение температуры для усиления отпечатков пальцев существенно зависит от стандартного окислительно-восстановительного потенциала металла при коэффициенте корреляции Кендалла (τ) = 0,953 ($p < 0,001$). Для латуни коэффициент корреляции следует рассчитывать на основе стандартного редокс-потенциала цинка, а не меди.

Обнаружение продуктов выстрела на одежде темного цвета до проведения химического анализа = Detection of Gunshot Residue on Dark-Colored Clothing Prior to Chemical Analysis / Kyla L. Kersh, James M. Childers, Dale Justice, Greg Karim [United States] // JFS. – May 2014. – Vol. 59, № 3. – P. 754–762.

Обнаружение продуктов выстрела представляет собой непростую задачу для следствия. Часто ее удается решить при помощи химических тестов, выявляющих химические элементы и ионы, характерные для продуктов выстрела, но при этом нередко нарушается топография их отложения. В данном исследовании для визуализации характера отложения продуктов выстрела на преградах различного типа использовался криминалистический источник света производства Spex Forensics (модель Mini-CrimeScope MCS 400) с 16 фильтрами с разной длиной волны. Эксперимент проводился на трех типах ткани темного цвета; тестировались патроны четырех калибров восьмью разными производителями, а также остатки иницирующего состава из патронов различных производителей. Результаты показывают, что оптимальным является использование альтернативных источников света с длиной волны 445 нм. Материал преграды также играет важную роль в сохранности рисунка отложения продуктов выстрела. Кроме того, по результатам эксперимента можно заключить, что при выстреле патроном с полным зарядом с расстояния 6 дюймов продукты выстрела в основном состоят из несгоревших частиц пороха и не содержат следов иницирующего состава.

Применение рамановской спектроскопии для идентификации частиц наркотических веществ зафиксированных на цветных и прозрачных пленках = Raman identification of drug of abuse particles collected with colored and

transparent tapes / Victor Molina Moreno, María López-López, Juan-Carlos Atoche, Carmen García-Ruiz [Spain] // *Science & Justice*. – March 2014. – Vol. 54, № 2. – P. 164–169.

Рамановский микроскоп является подходящим инструментом для анализа частиц наркотических веществ, зафиксированных с помощью липких пленок. В рамках данного исследования проведена запись спектров тридцати наркотических веществ, продуктов распада, метаболитов, а также эталонов наиболее типичных разбавителей, и описаны характеристические полосы комбинационного рассеяния света, наиболее информативные с точки зрения идентификации вещественных доказательств, относящихся к категории наркотических средств. Проведена фиксация частиц различных наркотических веществ с помощью дактилоскопических пленок, обычно используемых для снятия и хранения отпечатков следов пальцев и волокон, и белого и зеленого упаковочного скотча, а также последующая идентификация наркотиков методом конфокальной спектроскопии комбинационного рассеяния света. Анализ проводился *in situ* (поверх пленок), при этом частицы были зажаты между стеклянными слайдами и пленками, между двумя слоями сложенной пополам прозрачной пленки, либо помещались на внутреннюю поверхность сложенной и затем развернутой цветной пленки. Результаты, полученные при использовании этих подходов, показывают, что применение различных типов пленки не повлияло на качество спектров наркотических веществ. Тем не менее, предпочтительнее все же использовать прозрачные пленки, поскольку они позволяют обнаруживать частицы на этапе предварительного визуального осмотра. Наконец, некоторое количество частиц наркотиков и крупинок сахара были распределены по чистой поверхности стола и насыпаны в карман, а затем собраны с помощью прозрачных пленок и идентифицированы по описанной процедуре. Несмотря на то, что в обоих случаях удалось добиться приемлемых результатов, можно констатировать, что присутствие волокон и других материалов в области сбора частиц затрудняет их предварительное обнаружение и увеличивает продолжительность анализа.

Оценка пригодности метода волоконной твердофазной микроэкстракции в паровой фазе для анализа содержания легковоспламеняющихся жидкостей в слепожарных остатках = Evaluation of a Headspace Solid-Phase Microextraction Method for the Analysis of Ignitable Liquids in Fire Debris / Ina Fettig, Simone Krüger, Jan H. Deubel, Martin Werrel, Tina Raspe, Christian Piechotta [Germany] // *JFS*. – May 2014. – Vol. 59, № 3. – P. 743–749.

Химический анализ продуктов горения является важнейшей частью судебной пожарно-технической экспертизы, направленной на установление причин возгорания. В статье описана процедура твердофазной микроэкстракции (ТФМЭ) в паровой фазе, применяемая для обнаружения легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) в слепожарных остатках с помощью волокон с покрытием из трех сорбирующих материалов: дивинилбензол/карбоксен/полидиметилсилоксан. Экстракция и концентрирование бензина и дизельного топлива, введенных в термически обработанную матрицу (древесный уголь), осуществлялись с помощью парофазной ТФМЭ, с последующим анализом на газовом хромато-масс-спектрометре (ГХ/МС). Условия эксперимента были оптимизированы по таким параметрам, как температура и продолжительность экстракции, а также время термостатирования образцов. Для оценки пригодности метода образцы слепожарных остатков проходили обработку в дымовой камере для определения плотности дыма и в коническом калориметре с регулируемыми параметрами атмосферы. Разработанные методы успешно апробированы на обгоревших образцах ДСП и коврового покрытия. Результаты показывают, что предлагаемая методика пригодна для обнаружения ЛВЖ в сильно обгоревшем пожарном мусоре.

Дифференциация акриловых и модакриловых волокон с помощью простого теста на растворимость = A Simple Solubility Tests for the Discrimination of Acrylic and Modacrylic Fibers / Keisuke Suga, Yuji Narita, Shinichi Suzuki [Japan] // *JFS*. – May 2014. – Vol. 59, № 3. – P. 750–753.

Единичные волокна играют важную роль в качестве объектов экспертизы при исследовании обстановки места преступления. В экспертной практике особенно

часто встречаются акриловые волокна. В настоящее время в Японии отсутствует опыт четкой дифференциации акриловых и модакриловых волокон. При использовании только ИК-Фурье-спектроскопии не удастся добиться достаточно надежного разграничения. Анализ растворимости представляет собой достаточно примитивный, но удобный метод, который в сочетании с Фурье-ИКС рекомендован национальными промышленными стандартами Японии (JIS) для дифференциации акриловых и модакриловых волокон. В то же время, при использовании в качестве растворителя, рекомендованного стандартами 100% N,N-диметилформамида (ДМФА), некоторые образцы акриловых волокон не поддаются дифференциации. В данном исследовании использовался растворитель на основе ДМФА и этанола (в объемной пропорции 90:10 (v/v)). При использовании официально рекомендованного метода не удалось дифференцировать 6 из 60 акриловых волокон; при использовании растворителя на основе ДМФА и этанола (90:10 (v/v)) были четко дифференцированы 59 из 60 волокон (43 акриловых и 16 модакриловых), однако одно модакриловое волокно ошибочно отнесено к акриловым.

Закономерности пространственного и временного распространения пыльцы в помещении и их значение для экспертной практики = The spatial and temporal distribution of pollen in a room: Forensic implications / R.M. Morgan, E. Allen, T. King, P.A. Bull [United Kingdom] // Science & Justice. – January 2014. – Vol. 54, № 1. – P. 49–56.

Представлены результаты двух экспериментальных исследований пространственного и временного распространения зерен пыльцы в помещении жилого дома. Результаты исследования согласуются с предварительными выводами Моргана с соавт. [R.M. Morgan, E. Allen, Z.L. Lightowler, J. Freudiger-Bonzon, P.A. Bull A forensic geoscience framework and practice, Policing: A Journal of Policy and Practice (2009) 185–195.] и формируют более детальное представление о закономерностях поведения пыльцевых зерен в закрытых помещениях, которые могут иметь значение для решения экспертно-криминалистических задач. Пространственное распределение пыльцы в комнате характеризуется четким трендом

убывания по мере удаления от источника, причем основная масса пыльцы оседает в радиусе 0,8 м от источника. Высокое устойчивое накопление пыльцы наблюдается в течение всего периода нахождения цветов в помещении. Через 20 дней после выноса цветов в комнате сохранялось 25–32% исходного количества пыльцы. Также рассмотрено воздействие различных факторов нарушения обстановки: показано, что, несмотря на меньшее количество пыльцы на участках, подверженных последующему воздействию, по сравнению с нетронутыми участками, влияние близости к источнику имеет гораздо большее значение.

Представленные выводы имеют большое значение для назначения и организации криминалистических исследований, особенно на стадиях обнаружения и фиксации следов и их последующей интерпретации при проведении экспертизы следов пыльцы. Распространение пыльцы от источника по площади помещения делает возможным перенос зерен пыльцы на одежду или части тела подозреваемого в случае их соприкосновения с участками следонесущих поверхностей. Сохранность следов пыльцы в течение многих дней после выноса цветов из помещения позволяет утверждать, что многие жилые помещения содержат характерные по составу комплексы пыльцы, отражающие «историю» флористического оформления данного помещения за определенный период, причем эти пыльцевые комплексы сохраняются в течение длительного времени и могут переноситься на следовоспринимающие объекты. Предварительные выводы проведенных экспериментов свидетельствуют о том, что методы судебной палинологии могут служить для получения точных и ценных сведений и вещественных доказательств и, следовательно, заслуживают более широкого применения при криминалистическом исследовании обстановки жилых помещений.

Роль судебной ботаники в исследовании обстановки места происшествия: случай из практики и обзор литературы = The Role of Forensic Botany in Crime Scene Investigation: Case Report and Review of Literature / Isabella Aquila, Francesco Ausania, Ciro Di Nunzio, Arianna Serra, Silvia Boca, Arnaldo Capelli, Paola Magni, Pietrantonio Ricci [Italy; Australia] // JFS. – May 2014. – Vol. 59, № 3. – P. 820–824.

Осмотр места происшествия должен быть организован таким образом, чтобы обеспечивались точность и эффективность сбора вещественных доказательств и гарантировалась их сохранность. Назначение судебно-ботанической экспертизы зачастую способствует получению доказательств, подтверждающих ту или иную версию в ходе уголовного расследования. Цель данной работы – продемонстрировать значение судебно-ботанической экспертизы на этапе осмотра места происшествия. В качестве примера приводится случай из практики: пожилая женщина, страдающая деменцией, пропала из дома престарелых, после чего ее тело было обнаружено у берега реки, протекающей под железнодорожным мостом. Были установлены две наиболее вероятные траектории доступа к месту обнаружения тела, обозначенные как “Путь А” и “Путь В”. На каждом участке определены виды грунтов и растительности, исследован ботанический состав. Объекты растительного происхождения играют важную роль в качестве вещественных доказательств в ситуациях, когда общий осмотр места преступления и вскрытие не дают достаточной информации для реконструкции картины происшествия и установления причины смерти.

Использование простых технических приемов и методов многомерной статистики для сравнительного анализа образцов почвы, отобранных на территории парков штата Нью-Джерси = Comparative Forensic Soil Analysis of New Jersey State Parks Using a Combination of Simple Techniques with Multivariate Statistics / Jennifer Bonetti, Lawrence Quarino [USA] // JFS. – May 2014. – Vol. 59, № 3. – P. 627–636.

Данное исследование показало, что самые простые технические приемы в сочетании с методами многомерной статистики представляют широкие возможности для сравнительной экспертизы образцов почвы. На территории двенадцати парков, находящихся в разных районах штата Нью-Джерси (США), в течение летнего и осеннего сезона было отобрано по пять образцов почвы. На каждом образце были проведены: исследование гранулометрического состава, анализ pH в водной среде и в 1М растворе CaCl₂, а также определение массы при прокаливании. Преобразование результирующей совокупности многомерных данных

было проведено с помощью методов главных компонент (PCA) и канонического дискриминантного анализа (CDA). Образцы из разных географических точек были успешно дифференцированы на графиках счетов. Перекрестная проверка с исключением по одному образцу показала низкий уровень ошибки (3,33%). По результатам анализа десяти образцов слепым методом, включая расчет расстояния Махаланобиса и визуальную оценку графиков счетов, удалось правильно классифицировать все образцы. Отмечена минимальная сезонная изменчивость характеристик образцов, имеющих общий источник происхождения, что свидетельствует о возможностях успешного применения метода в судебно-экспертной практике.

Успешное выделение ДНК из объектов судебно-почвоведческой экспертизы: общие проблемы и рекомендации = Limitations and recommendations for successful DNA extraction from forensic soil samples: A review / Jennifer M. Young, Nicolas J. Rawlence, Laura S. Weyrich, Alan Cooper [Australia] // Science & Justice. – 2014. – Vol. 54, № 3. – P. 238–244.

Почва повсеместно используется в судебной экспертизе и криминалистике при установлении связи между подозреваемым и местом преступления. Стандартные виды анализа направлены на исследование таких свойств почвы, как: минералогический состав, геофизические параметры, гранулометрический состав и цвет; в то же время, почвы являются средой обитания множества живых организмов, присутствие которых можно установить, исследуя ДНК-профили. Предыдущие исследования генетического состава опирались на выявление закономерностей изменчивости длины фрагментов, наблюдаемой при амплификации ДНК неидентифицированных таксонов в почвенных экстрактах. Развитие современных технологий секвенирования ДНК позволяет составлять подробную картину сообщества почвенных микроорганизмов и представленных в нем таксонов, что повышает надежность дифференциации образцов. При этом должно выполняться требование эффективного выделения генетического материала из сложной почвенной матрицы, обеспечивающего точность и воспроизводимость результатов секвенирования ДНК, а полнота экстракции, в свою

очередь, в значительной степени зависит от типа почвы и используемых методов. Поэтому учет характеристик почвы является важным фактором при оценке вероятности успешного выделения ДНК. Сюда входит общее понимание компонентного состава почвы, его взаимодействия с молекулами ДНК и факторов, влияющих на это взаимодействие. Особое внимание уделено важным критериям, которые следует учитывать на этапе подготовки к выделению ДНК, а также обсуждались условия повышения эффективности процедуры при использовании наиболее типичных химических реагентов, предусмотренных протоколами выделения ДНК из почвы. В совокупности представленная информация призвана облегчить принятие обоснованных решений при выборе методик подготовки образцов и экстракции, наиболее адекватных исследуемому типу почвы и задачам конкретного экспертного исследования, для обеспечения достаточного объема генетического материала как условия успешного проведения его дальнейшего анализа.

Морфологическая идентификация волос животных: мифы и заблуждения, возможности и ограничения = Morphological identification of animal hairs: Myths and misconceptions, possibilities and pitfalls / S.R. Tridico, M.M. Houck, K. Paul Kirkbride, M.E. Smith, B.C. Yates [Australia; USA] // FSI. – May 2014. – Vol. 238. – P. 101–107.

Анализ образцов волос, обнаруженных на месте преступления, представляет собой важнейший вид криминалистического исследования в силу высокой информативности этого вида вещественных доказательств. В то же время, набор навыков и компетенций, требуемых для успешного проведения криминалистической идентификации шерсти животных, отличается от тех, которые актуальны при сравнительном исследовании волос человека. Цель данной работы — не только обозначить существенные различия между сравнительным анализом волос человека и идентификацией волос животных, но и обсудить практическое значение и надежность этих двух видов исследования с точки зрения их специфических возможностей и ограничений. В статье также приводятся и опровергаются некоторые наиболее распространенные мифы и заблуждения относительно методов микро-

скопического исследования образцов волос животных. Также рассматриваются перспективные направления развития данной дисциплины, предлагаются рекомендации по разработке и внедрению минимальных стандартов морфологической идентификации волос животных и обсуждается недавно изданное руководство Научной рабочей группы по экспертизе объектов животного происхождения (SWGILD).

Применение локальных бинарных шаблонов с переменным разрешением для распознавания фальсификации цифровых изображений методом клонирования = Copy-move forgery detection using multiresolution local binary patterns / Reza Davarzani, Khashayar Yaghmaie, Saeed Mozaffari, Meysam Tapak [Iran] // FSI. – 2013. – Vol. 231, № 1–3. – P. 61–72.

Клонирование является одним из наиболее распространенных приемов намеренного искажения цифровых изображений. В данной работе представлен эффективный метод распознавания артефактов клонирования на фальсифицированных изображениях с использованием локальных бинарных шаблонов (ЛБШ) переменного разрешения. Предлагаемый метод подтвердил свою надежность для обнаружения геометрических искажений и неоднородностей освещенности в клонированных областях. Более того, данный метод, основанный на разбиении изображения на блоки, позволяет реконструировать параметры геометрических преобразований. Сначала изображение разбивается на перекрывающиеся блоки и для каждого блока с помощью операторов ЛБШ извлекаются векторы признаков. Векторы признаков сортируются в лексикографическом порядке. Блоки, содержащие клонированные фрагменты, определяются на этапе совмещения блоков с помощью k-d дерева, что позволяет заметно сэкономить время. Наконец, для определения параметров геометрических преобразований и исключения возможных ложных совпадений используется алгоритм RANSAC (RANdom Sample Consensus). Результаты эксперимента показывают, что данный подход обеспечивает точное обнаружение клонированных областей даже при наличии дополнительных искажений, включая вращение, масштабирование, JPEG-сжатие, размытие и добавление шума.