

УДК 004.932.2

DOI: 10.22213/2410-9304-2021-1-10-26

Спектрофотометрия как метод определения давности нанесения реквизитов письма (документа) по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей

А. А. Аллаберганов, аспирант, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск; Байкальский государственный университет, Иркутск;
Судебная экспертно-криминалистическая лаборатория при УК «НСК-Капитал», Новосибирск, Россия
М. Ю. Катаев, доктор технических наук, профессор, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск, Россия

Разработан метод по определению давности нанесения реквизитов письма (в документе) по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей путем спектрофотометрии с применением оптико-спектрального измерительного комплекса. При этом в зонах спектра может быть выделен оптимальный способ (метод) алгоритмической реализации по определению содержания летучих растворителей в зависимости от вида их характеристик объекта и их частей. Исследование производится на спектрофотометре на основе произведенных пробоподготовок с получением спектрограмм по содержанию летучих компонентов по растворителям ФЭ (2-феноксиэтанол) и по красителям CV (Crystal Violet), определение по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей с выявлением (исследованием) количественных и качественных характеристик. Применяя данный способ (метод) исследования и алгоритмы реализации, можно получить эффективные результаты и при этом сократить срок исследования и распознавания объекта исследования. Предложенный метод (способ) исследования по определению содержания в штрихах летучих растворителей путем спектрофотометрии с применением оптико-спектрального измерительного комплекса (исследованием с наложением зон спектров друг на друга) способен существенно повысить эффективность экспертной деятельности в рамках производства технико-криминалистического исследования.

Ключевые слова: спектрофотометрия, зоны спектра, давность изготовления документа, экспертиза, подделка, оптико-спектральные измерения.

Введение

Установление давности нанесения реквизитов письма (в документе) по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей является актуальным и востребованным направлением исследования. В современных условиях появляется необходимость решения задач, связанных с различными ситуациями, по установлению давности изготовления документов.

Разъяснение авторов

Установление давности выполнения реквизитов в документах – это определение по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей. Для определения давности изготовления документов согласно методике должна производиться *пробоподготовка*.

Пример

Пробоподготовка и контакт с органическим растворителем продемонстрированы на рис. 1.

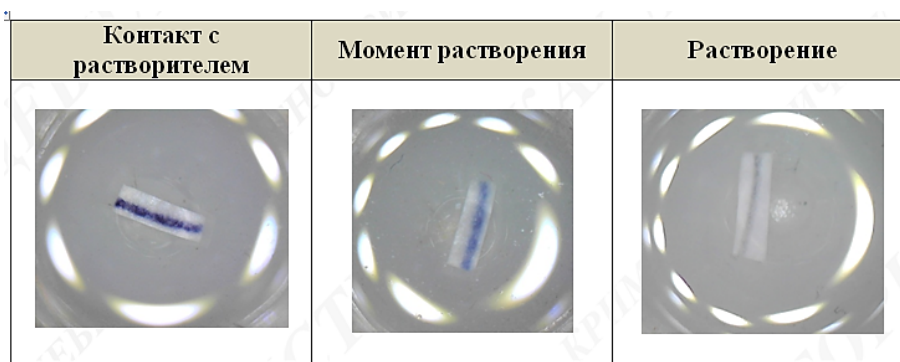
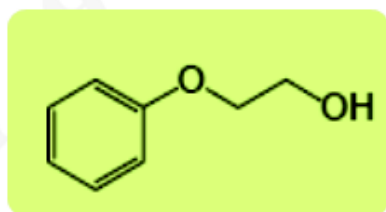


Рис. 1. Контакт исследуемого штриха с органическим растворителем -N,N-диметилформамидом

После получения данного экстракта производится исследование содержания летучих компонентов, т. е. по *растворителям* ФЭ (2-феноксиэтанол)

Структурная формула 2-Феноксиэтанона



ксиэтанол) и по *красителям* CV (Crystal Violet). Структурные формулы данных компонентов продемонстрированы на рис. 2.

Структурная формула Crystal Violet

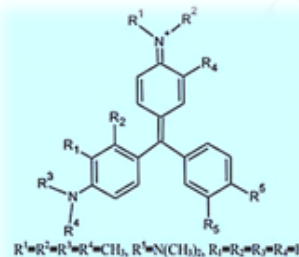


Рис. 2. Структурные формулы ФЭ (2-феноксиэтанол) и CV (Crystal Violet)

Исследованием данных компонентов и устанавливается давность выполнения реквизитов в документах – определение по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей, то есть определение давности изготовления документов.

Широкоприменяемые методы исследования

На данный момент существуют методики ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России, которые являются основными по определению давности выполнения реквизитов в документах по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей.

Согласно письму (ответ на запрос) от 30.10.2014 г. № 37/4-А-16, поступившему на адрес Судебной экспертно-криминалистической лаборатории при УК «НСК-Капитал» (руководителю Аллаберганову) от ЭКЦ МВД России (за подписью первого заместителя начальника И. И. Лукина): «В настоящее время в системе экспертно-криминалистических подразделений МВД России исследования с целью установления времени исполнения документов (определения давности исполнения реквизитов документов) не проводятся ввиду отсутствия аттестованных научно обоснованных методик» [1].

Исходя из вышеизложенного, в последнее время прослеживается судебная практика, судебные инстанции отказываются направлять документы на исследования по другим методикам (методам исследования) по определению давности изготовления документов (определение давности выполнения реквизитов в документах по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей).

Согласно практике, судебные инстанции направляют документы на исследование с применением методик ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России.

Методики ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России:

1. Определение давности выполнения реквизитов в документах по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей / Э. А. Тросман, Г. С. Бежанишвили, Н. А. Батыгина, Н. М. Архангельская, Р. А. Юрова // Теория и практика судебной экспертизы. ФБУ РФЦСЭ. 2013. № 2 (30).

2. Тросман Э. А., Черткова Т. Б. Определение давности выполнения реквизитов в документах по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей : методические рекомендации. М.: ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России, 2015.

Применение способов технологии изучения

В методиках ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России главным и основным инструментом изучения является хроматография (газовая или жидкостная). Спектрофотометрия используется как вспомогательный инструмент для изучения, а ИК-Фурье-спектроскопия (отдана незначительная роль) – как диагностический [2, 3].

Методика исследования подразумевает срок изучения методом «темнового хранения» (определение естественного старения штриха) – от трех до восьми месяцев.

Проблематика

Серийная линейка хроматографов «Кристалл», используемая ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России и другими экспертными учреждениями, не позволяет исследовать высококипящие растворители при производстве – определять по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей.

Следовательно:

1. Для определения содержания высококипящих растворителей надо довести их до точки

испарения. Высококипящие растворители испаряются при температуре от 294 до 316 °С.

Большинство используемых в российской серийной линейке хроматографов «Кристалл» позволяет получить температурный режим от 150 до 180 °С.

Исходя из этого при производстве определения на давность изготовления документов результаты исследования получают нулевые. В выводах результатов исследования указывают НПВ (не представляется возможным).

2. Применение самих растворителей – это отдельная проблематика. Высокоэффективные растворители в России не производятся. Производителей высокоэффективных растворителей всего лишь несколько стран – это Англия, Голландия и т. д. Поскольку Россия находится под санкциями, использование государственными учреждениями данных дорогостоящих и высокоэффективных растворителей является также проблематикой.

3. Проблемная сторона – это «капиллярные колонки». Во-первых, капиллярные колонки – хрупкий, дорогостоящий расходный элемент в хроматографе. Стоимость данной колонки составляет от 80 тыс. до 170 тыс. рублей. А при установке капиллярной колонки в хроматограф очень большое количество бракуется.

Пояснение

В капиллярной колонке находятся «вольфрамовые нити», при установке они рвутся (повреждаются сами вольфрамовые нити) из соотношения: из 10 шт. можно установить только 2 шт., а остальные бракуются. Возможно, это последствие транспортировки, а возможно, непрофессиональное установление. Угадать невозможно. А хроматографу требуется лишь одна капиллярная колонка. Вольфрамовые нити предназначены для нагрева внутри колонки полученного экстракта при пробоподготовке (см. рис. 1).

Капиллярная колонка продемонстрирована на рис. 3.

Еще одна проблемная сторона колонки состоит в том, что его трудно или невозможно промыть (диаметр колонки равен человеческому волосу), при промывке опять же можно очень сильно повредить вольфрамовые нити.

Установленную капиллярную колонку можно использовать несколько лет, при этом проводя несколько видов различных исследований. Исследуются чернила, таблетки (лекарственные препараты), бензин, нефть и т. д.



Рис. 3. Капиллярная колонка для хроматографа

Представьте себе, какой результат можно получить при использовании одной и той же колонки?

Например

В казане (кастрюле) варится (готовится) гречневая каша, далее кастрюля не моется, готовится манная каша, также не моется кастрюля, далее готовится (варится) борщ – в итоге какую консистенцию мы получаем?

Вот это и является одной из проблематик с использованием хроматографа – определение по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей, то есть установления давности изготовления документов.

Цель и задача

Разработка нового метода исследования по установлению давности нанесения реквизитов письма (в документе) по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей и разработка быстродействующих алгоритмов исследования и распознавания. Необходимо избежать (без применения) при исследовании многоэтапных методов исследования и при этом сократить срок исследования и распознавания объекта исследования.

Предлагаемый метод исследования

Предлагаемый нами метод исследования – это метод распознавания по определению давности нанесения реквизитов письма (в документе) по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей путем спектрофотометрии с применением оптико-спектрального измерительного комплекса. При этом в зонах спектра может быть выделен оптимальный способ (метод) алгоритмической реализации по определению содержания летучих растворителей в зависимости от вида характеристик объекта и их частей.

Схема алгоритма системного исследования отображена на рис. 4.

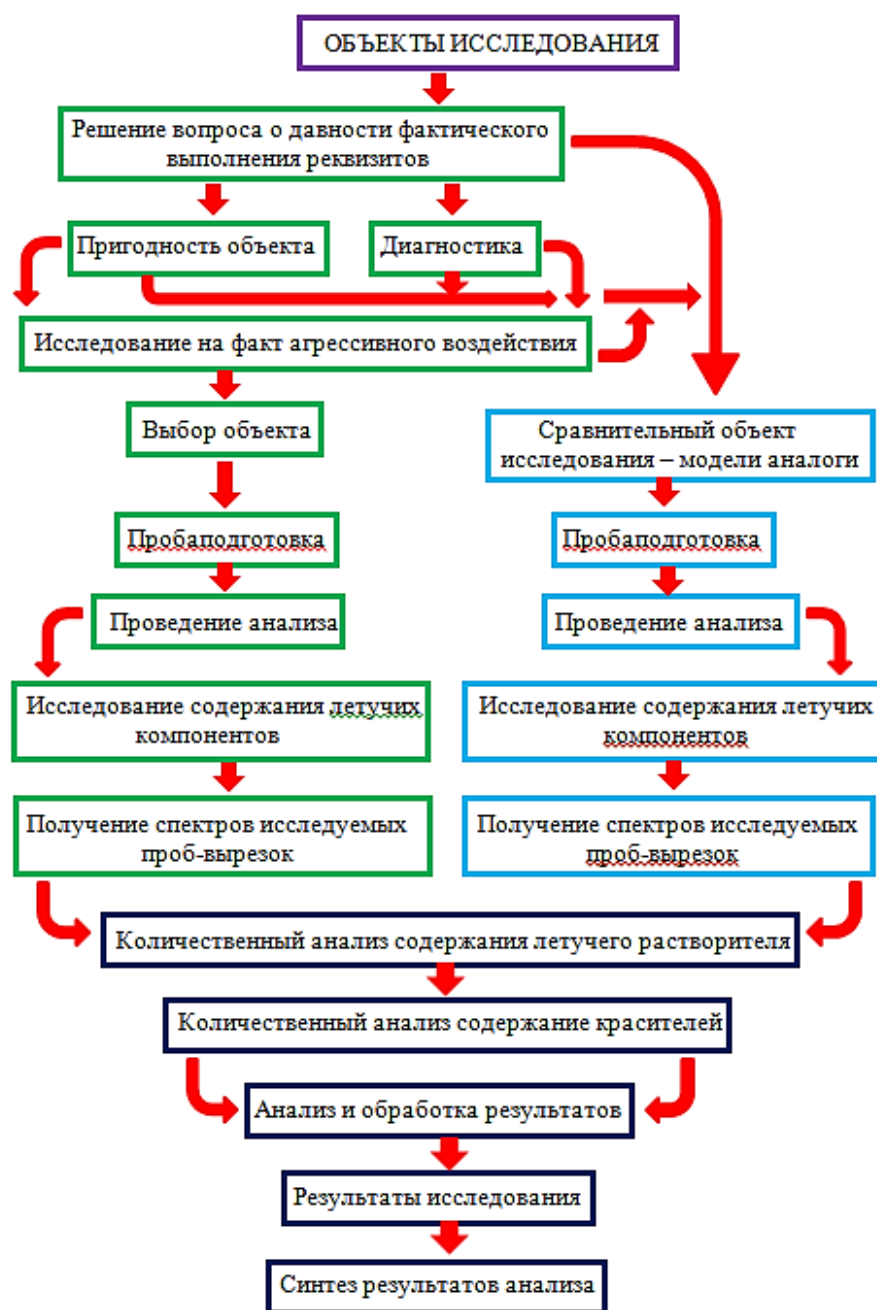


Рис. 4. Схема алгоритма системного исследования

Схема системного исследования

Эти задачи решаются с помощью математического и программного аппарата. Важной задачей является необходимость алгоритма системной деятельности, а также моделирование условия получения анализируемого объекта, установление подлинности и неизменности со времени его получения [4]. Основные направления решения задачи будут представлены в данной статье.

Методика исследования

В качестве примера приведен документ, на котором нанесены печатный текст (машинописный) и рукописный текст (подпись и расшифровка подписи).

Документ, являющийся объектом исследования, отображен на рис. 5.

Для решения задачи по установлению давности нанесения реквизитов письма (в документе) нами используется спектрофотометр CRT UV-VIS 190–1100 nm, 2 nm, LSD Display, в том числе экспертно-криминалистическая программа UV-Professional Analysis software (Lab-Kits) и многофункциональный биолого-видеомикроскопический спектральный комплекс (МБВСК – разработано автором статьи) [5]. МБВСК отображен на рис. 6.

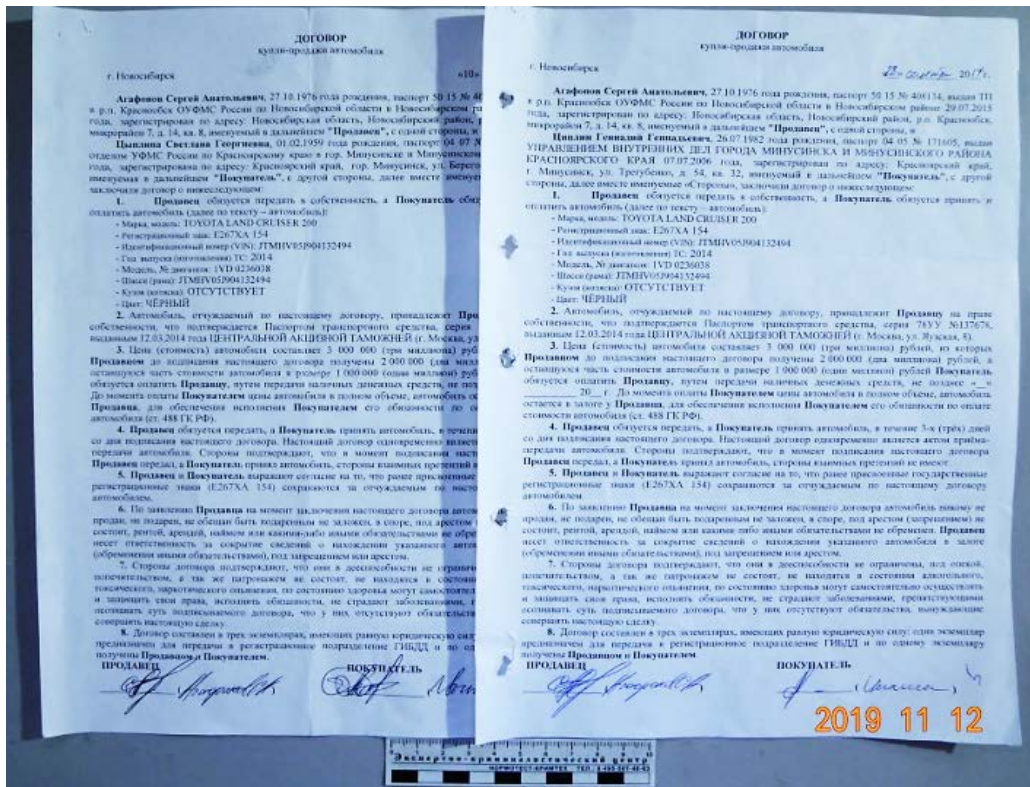


Рис. 5. Документы, поступившие на исследование



Рис. 6. Исследовательская установка (МБВСК) «Многофункциональный биолого-видеомикроскопический спектральный комплекс»

Патент на изобретение № 2674495; заявка № 2018133545; приоритет изобретения 24 сентября 2018 года; государственная регистрация в гос. реестре изобретений РФ 11 декабря 2018 года; срок действия исключительного права на изобретение 24 сентября 2038 года.

Решение вопроса о давности фактического выполнения реквизитов в исследуемых документах

При выборе объектов для решения вопроса о времени изготовления использован договор купли-продажи от 10.07.2017 г.

Допустим, эксперт приходит к следующим выводам:

1. Подписи, выполненные пастой для шариковых ручек сине-фиолетового цвета, пригодны для данного исследования. Наличие отрезков непересекающихся штрихов в штриховом материале позволяет провести анализ в двух параллельных определениях (рис. 7).

2. С целью объективного и всестороннего исследования и для проведения исследования в

полном объеме эксперт принимает решение исследовать рукописный текст (расшифровки подписей) в договоре купли-продажи от 10.07.2017 г. по причине **пригодности** данных объектов для получения достоверных данных о времени выполнения документа ввиду наличия штрихового материала равной интенсивности (рис. 8).

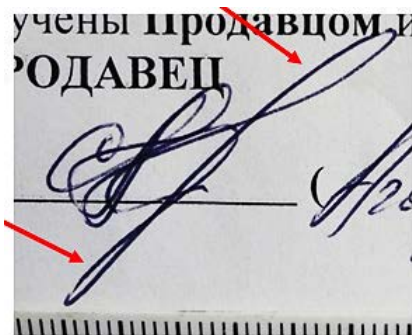


Рис. 7. Непересекающиеся штрихи, пригодные для исследования

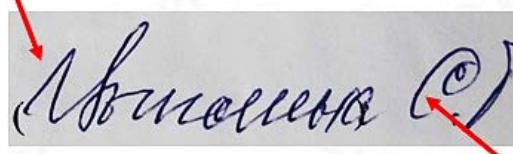
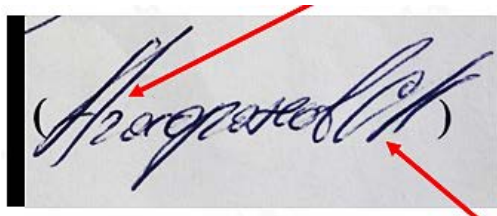


Рис. 8. Непересекающиеся штрихи, пригодные для исследования

Решение вопроса о наличии/отсутствии факта агрессивного воздействия на исследуемые документы

Производится диагностическое исследование в зонах спектра, описываются признаки в своей совокупности и делаются выводы [6, 7].

С применением многофункционального биолого-видеомикроскопического спектрального

комплекса (МБВСК – разработано автором статьи) проводилось (рис. 10):

- а) исследование среза бумаги в УФ-лучах;
- б) исследование среза бумаги в ИК-зонах спектра;
- в) исследование растительных волокон среза бумаги.

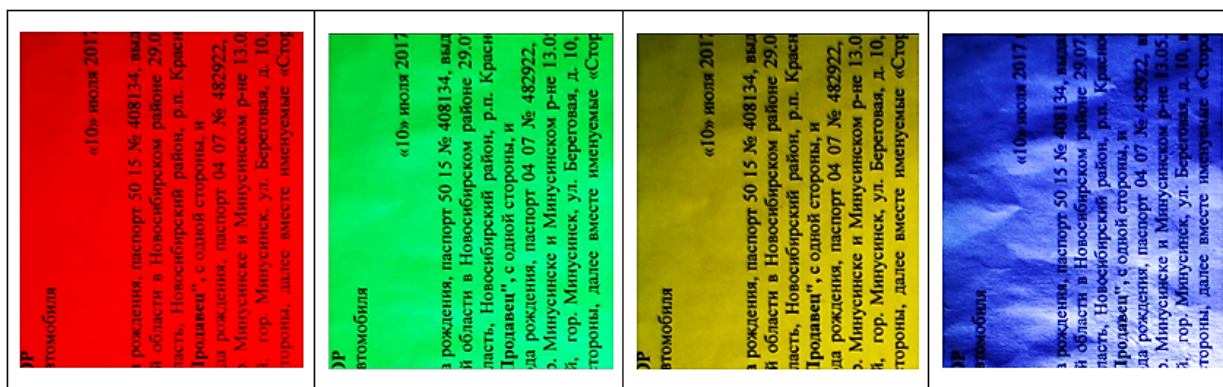


Рис. 9. Исследование в косопاداющих лучах при помощи фильтрации

Проводилось исследование повреждений и ломкости срезов и волокон самой бумаги, выявление плотности и структуры бумажного носи-

теля (бумаги) и наложение зон спектра друг на друга (рис. 11).

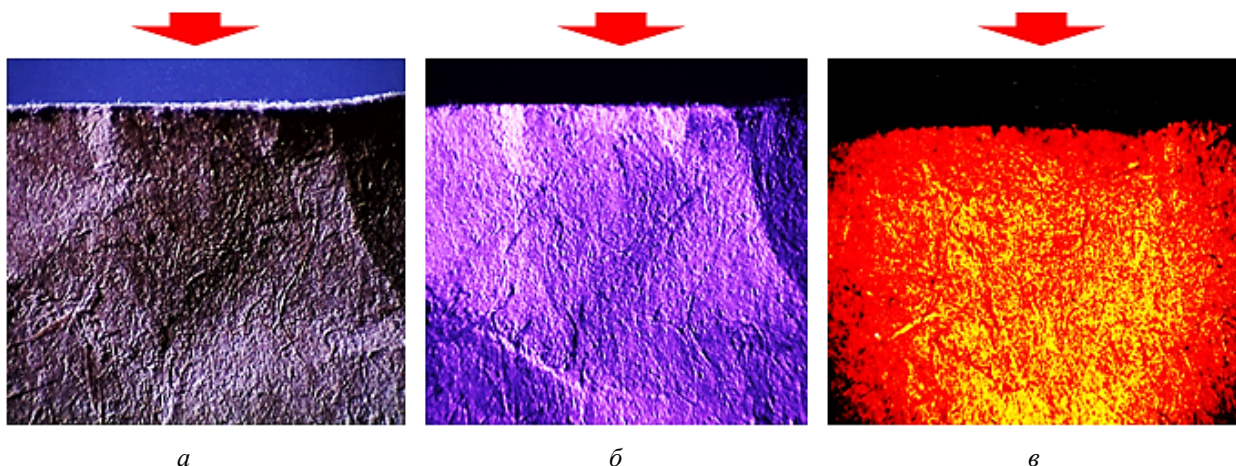


Рис. 10. Исследование бумажного носителя в зонах спектра

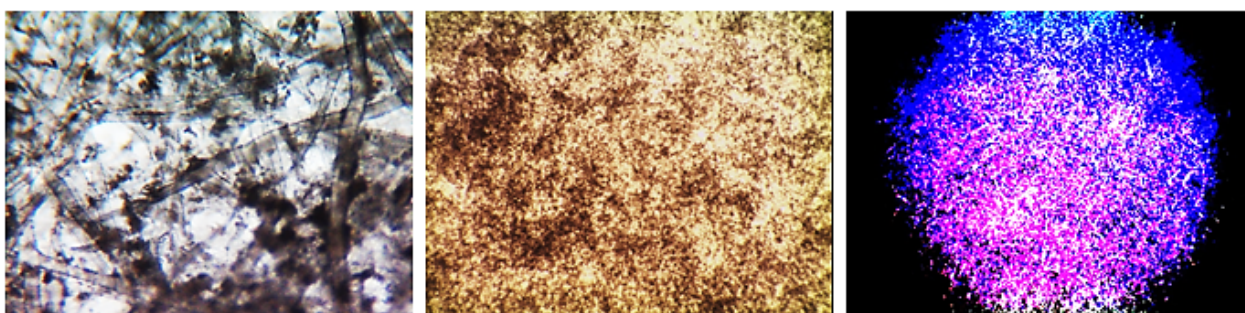


Рис. 11. Исследование на факт агрессивного воздействия в зонах спектра

Диагностическое исследование

Исследуются красящие вещества штрихов исследуемых подписей и расшифровки подпи-

сей, представленных на исследование, а также следы давления, конфигурация, ширина штрихов, признаки и т. д. (рис. 12) [8].

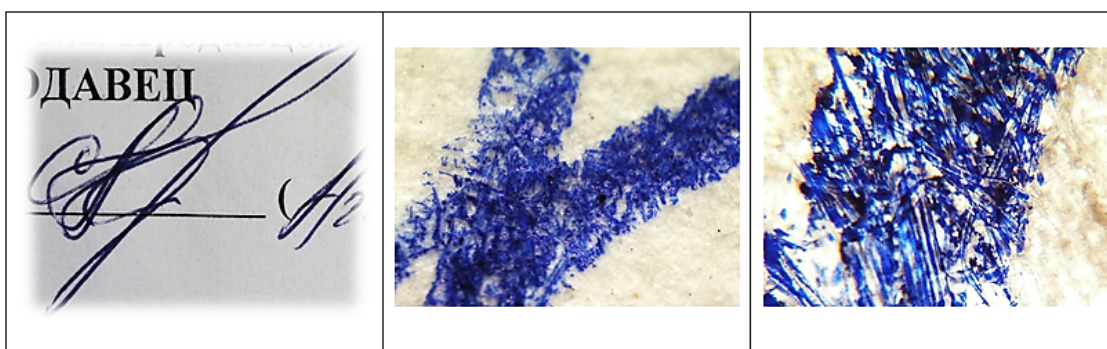


Рис. 12. Характеристики объекта исследования

Пробоподготовка

Производится вырезка штрихов, рассматриваются непересекающиеся штрихи, пригодные для исследования, которые составляют длину от 7 мм и выше.

Результаты при контакте исследуемого штриха с органическим растворителем -N,N-диметилформамидом продемонстрированы на рис. 13.



Рис. 13. Контакт исследуемого штриха с органическим растворителем -N,N-диметилформамидом

Решение вопроса о давности фактического выполнения реквизитов исследуемого документа

Производится исследование для решения вопроса о времени изготовления договора купли-продажи от 10.07.2017 г. Было проведено исследование двух подписей. В ходе исследования был проведен анализ летучих растворителей и красителей в пробах/вырезках из штрихов исследуемых подписей и расшифровок подписей, выполненных пастой для шариковых ручек сине-фиолетового цвета.

Основа методики – изучение процесса естественного старения штрихов материалов письма, содержащих высококипящие растворители, по уменьшению во времени их содержания в штрихах. В качестве признаков старения выбрано уменьшение относительного содержания растворителя в штрихе – количества растворителя, приходящегося на массу красящего вещества в штрихе.

Исследование проводилось методом молекулярной спектроскопии с использованием криминалистической программы «UV-Professional Analysis software (Lab-Kits)».

Исследование базировалось на длинноволновом (190–1100 нм) сканировании компонентов в вырезках исследуемых штрихов и из свободных от штрихов участков бумаги, дальнейшей идентификации летучих растворителей и красителей с последующим определением максимумов поглощения электромагнитного излучения в УФ-области спектра с диапазоном длин волн 200–400 нм; в видимой области (400–760 нм) идентифицированными растворителями и красителями.

Пробоподготовка при идентификации летучих растворителей включала в себя вырезку из штрихов исследуемого рукописного текста и подписей и вырезку из свободных участков бумаги договора длиной по 10 мм, в послед-

ующем растворением проб/вырезок в этаноле.

Пробоподготовка при идентификации красителей включала в себя вырезку из штрихов исследуемого рукописного текста и подписей и вырезку из свободных участков бумаги договора длиной по 10 мм, последующее растворение проб/вырезок в N,N-диметилформамиде.

Анализ проводился при следующих условиях

Описываются условия, температура воздуха, относительная влажность воздуха, напряжение в сети, а также применяемое вспомогательное оборудование: набор кварцевых кювет, колбы мерные, наливные, пробирки, пипетки, а также, например, краситель кристаллический фиолетовый (ЧДА), 2-феноксиэтанол с содержанием 99,05 %, растворитель-диметилформамид (ХЧ), этиловый спирт (марка «Экстра»).

Исследование содержания летучих компонентов

Исследование проводилось при длинноволновом сканировании (Wavelength Scan) в УФ-области спектра в диапазоне длин волн 200–400 нм в кварцевой кювете с толщиной поглощающего слоя 10 мм экстрактов проб-вырезок из штрихов исследуемых подписей и расшифровок подписи, а также проб-вырезок из свободных от штрихов участков бумаги из договоров купли-продажи.

Для точной идентификации летучего растворителя был проведен при одинаковых условиях анализ 2-феноксиэтанола в качестве сравнительного образца.

Надо заметить, здесь (в этом этапе) применяется вышеуказанная методика ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России.

Полученные спектры исследуемых проб-вырезок сравнивают с полученным ранее спектром с использованием заведомо известного образца, наличие в исследуемых спектрах пиков

с совпадающими положениями максимумов свидетельствует о тождественности исследуемого и сравниваемого соединений [9, 10].

На спектрограммах проб-вырезов из штрихов исследуемых подписей и расшифровок подписи (см. ниже) обнаружены пики с максимумом поглощения на длине волны 270 и 270,1 нм, что характерно для максимума поглощения 2-феноксиэтанола – 270 нм, структурная формула которого приведена на рис. 14. Незначительное смещение полосы поглощения на 0,1 нм в длинноволновую область (гипсохромный эффект) связано с различными процессами, протекающими с участием молекул в зависимости от выбранного растворителя.

Структурная формула 2-феноксиэтанола

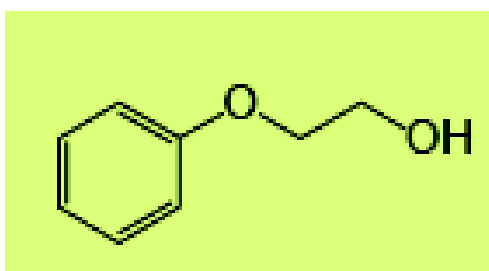


Рис. 14. Структурная формула 2-феноксиэтанола

На спектрограммах штрихов исследуемых подписей присутствуют пики высококипящего растворителя, фоновые значения бумаги позволяют получить количественную характеристику содержания растворителя в штрихах. Таким образом, штрихи пригодны для дальнейшего исследования.

Количественный анализ содержания летучего растворителя

Количественное содержание растворителя 2-феноксиэтанола определялось методом градуировочного графика, основанным на прямой зависимости оптической плотности раствора (D) от его концентрации (C).

Основной раствор приготовлен из стандартного образца 2-феноксиэтанола (СО), градуировочные растворы приготовлены соответствующим разбавлением.

Анализ и обработка результатов проводилась в разделе операций Quantitative экспертно-криминалистической программы UV-Professional Analysis software (Lab-Kits).

Вычисления выполнялись методом регрессивного анализа, в основе которого лежит метод математической статистики – метод наименьших квадратов (МНК).

Градуировочная характеристика 2-феноксиэтанола

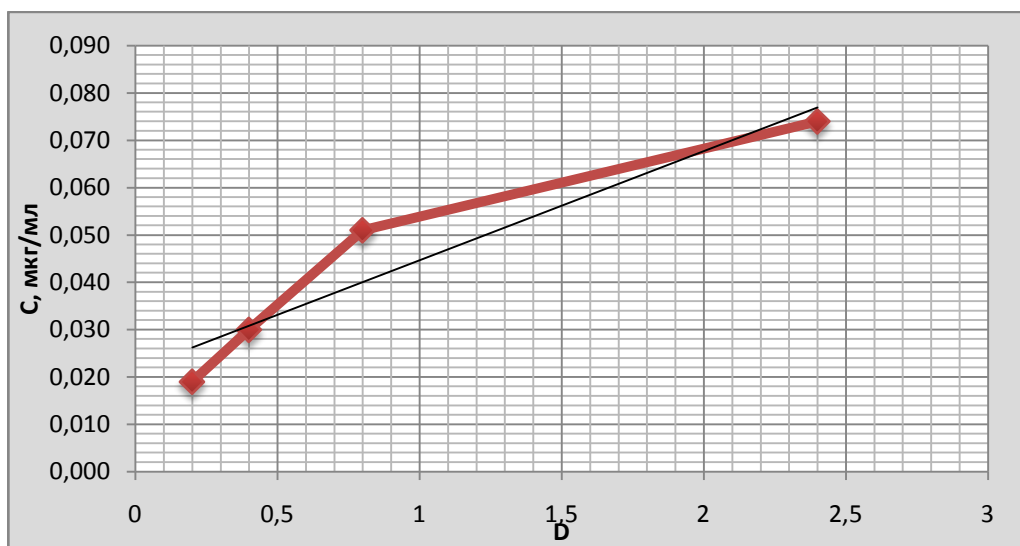


Рис. 15. Градуировочная характеристика 2-феноксиэтанола

Кривая соответствует уравнению:

$$C = \frac{D - 0,021609}{0,023043}.$$

Исследование содержания красителей

Исследование проводилось при длинноволновом сканировании (Wavelength Scan) в видимой области (400–760 нм) экстрактов проб-

вырезов из штрихов исследуемой подписи и расшифровки подписи, а также проб-вырезов из свободных от штрихов участков бумаги из договоров купли-продажи.

Для точной идентификации красящего вещества был проведен при одинаковых условиях анализ красителя Crystal Violet в качестве сравнительного образца.

На спектрограммах проб-вырезов из штрихов исследуемых подписей и расшифровок подписи (см. ниже) по полученным данным удалось идентифицировать в пробах-вырезках исследуемых штрихов красящее вещество Crystal Violet (кристаллический фиолетовый), наиболее распространенный окрашенный компонент – метилпроизводные парарозанилина (тетра-, пента- и гексаметилпарарозанилина). Для метилзамещенных трифенилметановых красителей с увеличением числа алкильных групп тах спектра поглощения смещается в длинноволновую область и наблюдается в области 585–595 нм (характеристический максимум, соответствующий типичным электронным переходам). Структурная формула приведена на рис. 16.

Структурная формула Crystal Violet



Рис. 16. Структурная формула Crystal Violet

Количественный анализ содержания красителя Crystal Violet

Количественное содержание красящего вещества определялось методом градуировочного графика, основанным на прямой зависимости оптической плотности раствора (D) от его концентрации (C).

Основной раствор приготовлен из реактива, используемого в качестве стандартного образца (СО), – красителя Crystal Violet, градуировочные растворы приготовлены соответствующим разбавлением.

Анализ и обработка результатов проводилась в разделе операций Quantitative экспертно-криминалистической программы UV-Professional Analysis software (Lab-Kits).

Вычисления выполнялись методом регрессивного анализа, в основе которого лежит метод математической статистики – метод наименьших квадратов (МНК). Градуировочная характеристика красителя Crystal Violet приведена на рис. 17.

Градуировочная характеристика красителя Crystal Violet

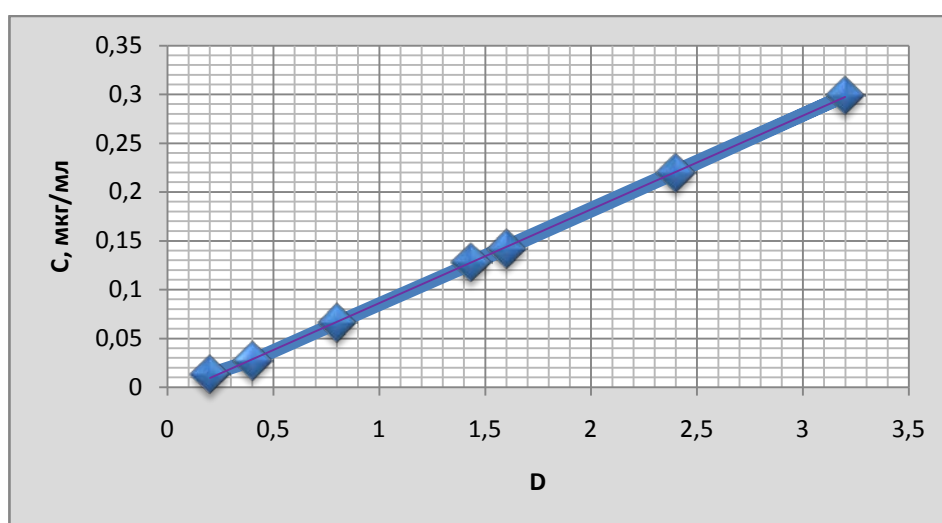


Рис. 17. Градуировочная характеристика красителя Crystal Violet

Кривая соответствует уравнению:

$$C = \frac{D + 0,00972}{0,09597}.$$

Далее, в качестве примера будет приведено исследование одного объекта исследования (рис. 18, 19).

Наложение спектрограмм проб-вырезок из штрихов подписи и спектрограммы стандартного образца ФЭ и стандартного образца CV

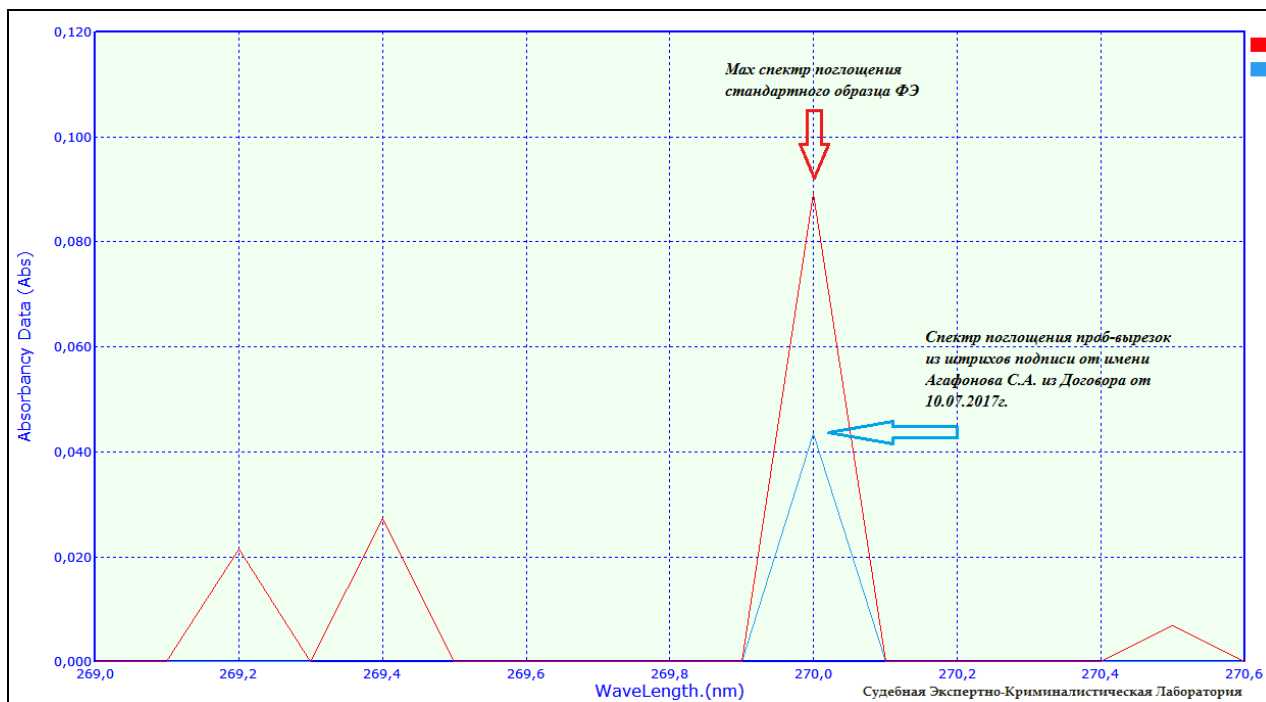


Рис. 18. Наложение спектрограмм проб-вырезок из штрихов подписи из договора и спектрограммы стандартного образца ФЭ (феноксизтанол)

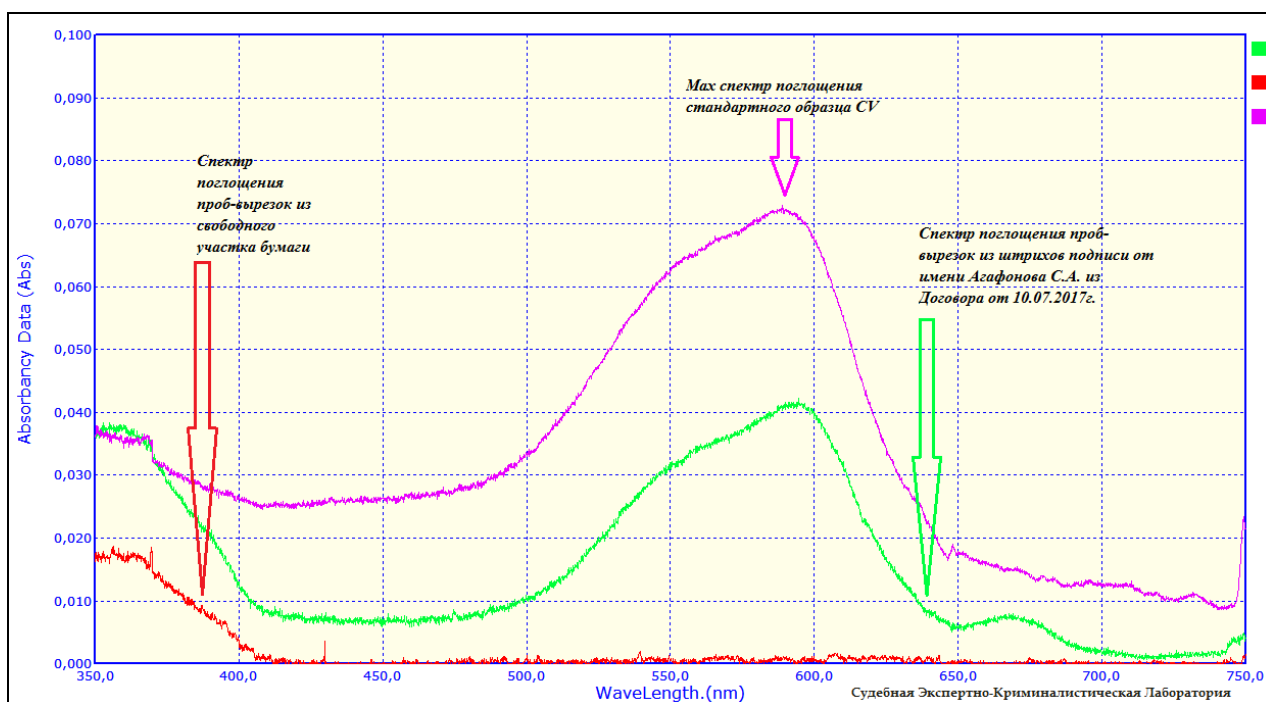


Рис. 19. Наложение спектрограмм проб-вырезок из штрихов из договора, спектрограммы проб-вырезок из свободных участков бумаги и спектрограммы стандартного образца CV (Crystal Violet)

Далее формируется таблица, в качестве примера приведено формирование табл. 1, 2.

Далее определяются модели-аналоги.

Таблица 1. Результаты исследования проб-вырезов (первое значение)

№	Исследуемый документ	Оптическая плотность		Концентрация ФЭ (С, мкг/мл)
		(D)	(D) _{CP} - (D) _{фон}	
Договор купли-продажи от 10.07.2017 г.				
1	Проба-вырезка из свободного участка бумаги	0,001	–	–
2	Проба-вырезка из штрихов подписи от имени С.А. Агафонова	0,043	0,042	0,885
3	Проба-вырезка из штрихов расшифровки подписи от имени С. А. Агафонова	0,038	0,037	0,668
4	Проба-вырезка из штрихов подписи от имени С. Г. Цыплиной	0,040	0,039	0,755
5	Проба-вырезка из штрихов расшифровки подписи от имени С. Г. Цыплиной	0,044	0,043	0,928

Таблица 2. Результаты исследования проб-вырезов (второе значение)

№	Исследуемый документ	Оптическая плотность		Концентрация CV (С, мкг/мл)
		(D)	(D) _{CP} - (D) _{фон}	
Договор купли-продажи от 10.07.2017 г.				
1	Проба-вырезка из свободного участка бумаги	0,002	–	–
2	Проба-вырезка из штрихов подписи от имени С. А. Агафонова	0,043	0,041	0,529
3	Проба-вырезка из штрихов расшифровки подписи от имени С. А. Агафонова	0,028	0,026	0,372
4	Проба-вырезка из штрихов подписи от имени С. Г. Цыплиной	0,039	0,037	0,487
5	Проба-вырезка из штрихов расшифровки подписи от имени С. Г. Цыплиной	0,045	0,043	0,549

Определение модели-аналога исследуемых штрихов по составу красящего вещества

Дальнейшее исследование предусматривает подбор соответствующих моделей – аналогов штрихов по составу красящего вещества и определение временной зависимости – моделирование процесса, с учетом степени подобию сравниваемых штрихов (исследуемых и моделей) по конфигурации, характеру распределения и количеству красящего вещества в штрихах, а также на основе статистической обработки экспериментальных данных.

За основу принимают модель темнового старения при комнатной температуре штрихов красящего вещества того же рода (вида), что и в исследуемых штрихах, имеющего тот же (или близкий) состав компонентов.

Объекты исследования: экспериментальные штрихи, штрихи – образцы сравнения (если представлены эксперту) с известным временем выполнения.

Документы, используемые в качестве сравнительных материалов, находятся в архиве Судебной экспертно-криминалистической лаборатории при УК НСК-Капитал и входят в состав коллекции эксперта для определения давности выполнения реквизитов документов.

Документы выбраны из судебного делопроизводства Судебной экспертно-криминалистической лаборатории, давность выполнения которых не вызывает сомнений.

Сравнительные материалы проходят полные этапы исследования, которые были указаны выше.

Итак, полученные спектры исследуемых проб-вырезов сравнивают с полученным ранее спектром с использованием заведомо известного образца, наличие в исследуемых спектрах пиков с совпадающими положениями максимумов свидетельствует о тождественности исследуемого и сравниваемого соединений.

Для точной идентификации красящего вещества был проведен при одинаковых условиях анализ красителя Crystal Violet в качестве сравнительного образца.

Наложение спектрограмм проб-вырезов из штрихов-образцов подписей, спектрограмм проб-вырезов из свободных от штрихов участков бумаги сравнительных материалов и спектрограммы стандартного образца CV (Crystal Violet) и стандартного образца ФЭ (феноксизтанол) приведено на рис. 20, 21.

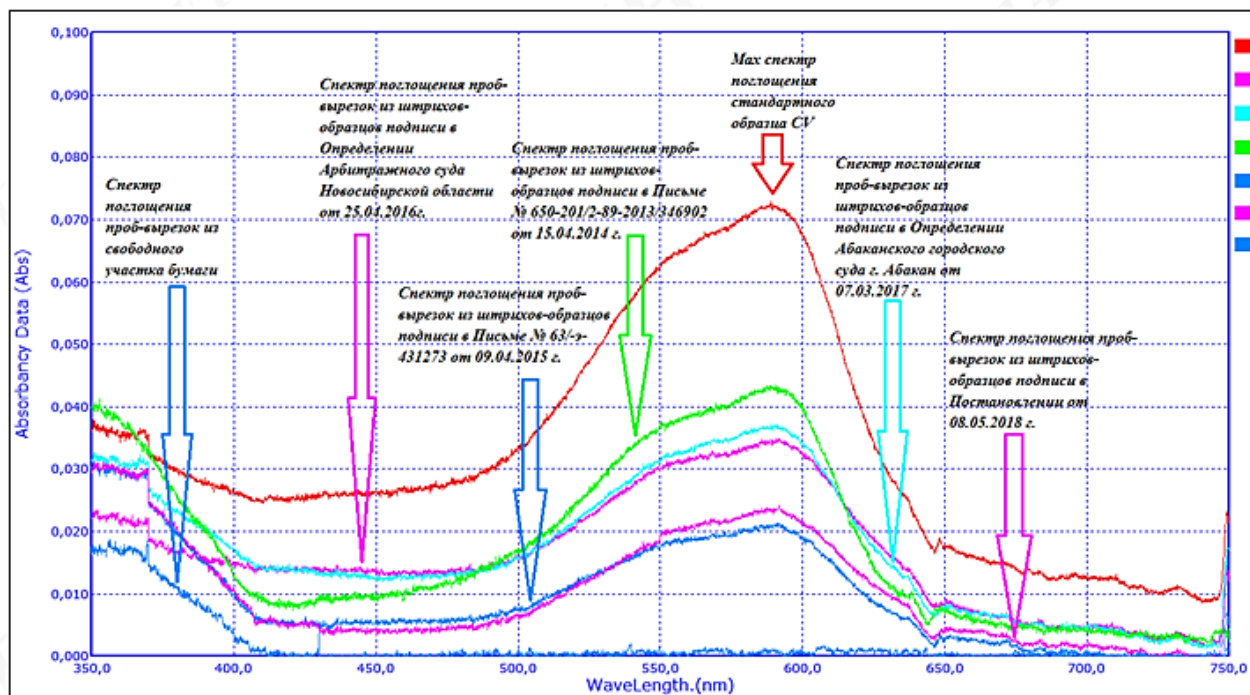


Рис. 20. Наложение спектрограмм проб-вырезок из штрихов-образцов подписей, спектрограмм проб-вырезок из свободных от штрихов участков бумаги сравнительных материалов и спектрограммы стандартного образца Crystal Violet

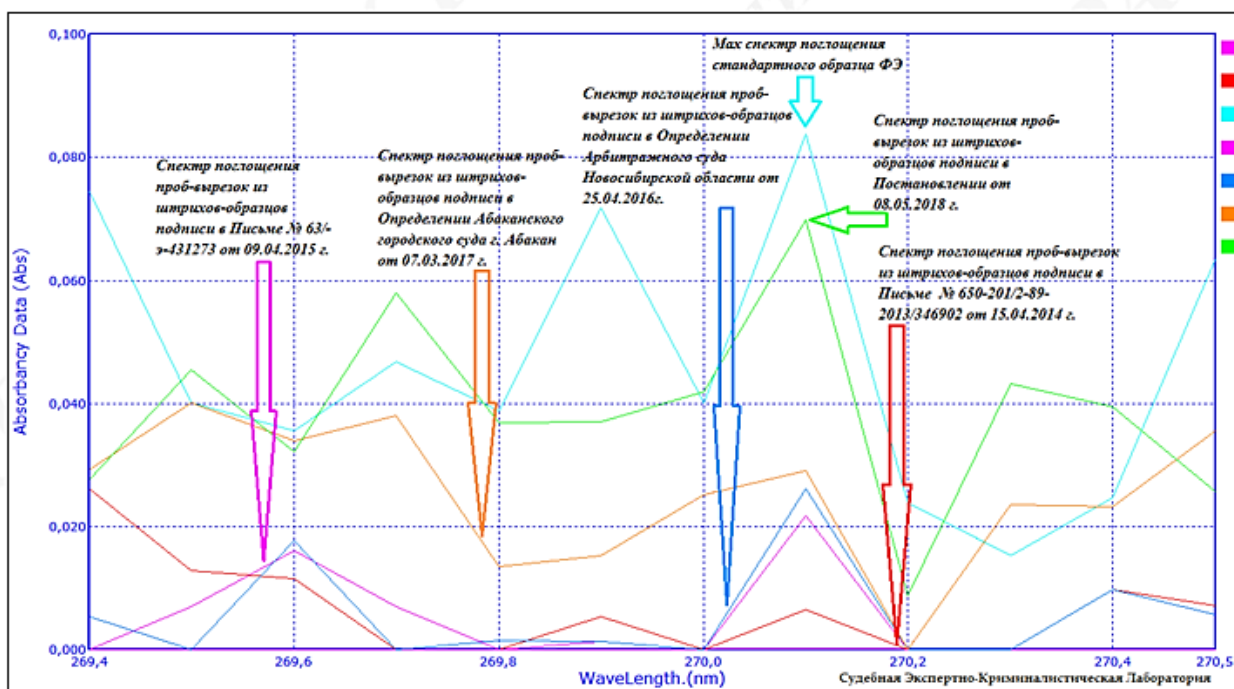


Рис. 21. Наложение спектрограмм проб-вырезок из штрихов-образцов подписей, и спектрограммы стандартного образца ФЭ

Также формируются таблицы результатов исследования, как было указано выше.

Моделирование процесса старения исследуемых штрихов в проверяемый период времени

За основу принимают модель темнового старения при комнатной температуре штрихов красящего вещества того же рода (вида), что и в исследуемых

двух штрихах, имеющего тот же (или близкий) состав основных компонентов (растворителей и красителей). Исследуют уменьшение относительного содержания конкретного растворителя в штрихах-моделях.

В качестве признака старения штриха выбрано уменьшение относительного содержания растворителя в штрихе – количества растворителя, приходящегося на массу красящего вещества в штрихе.

За характеристику массы красящего вещества в пробе (в штрихе) может быть принята любая характеристика штриха, пропорциональная массе красящего вещества в пробе.

Относительным содержанием растворителя в штрихе является отношение концентрации рас-

творителя 2-феноксиэтанола в штрихе, приходящегося на массу красящего вещества в штрихе.

В данном случае за характеристику массы красящего вещества в штрихе была принята концентрация основного красящего вещества в пробе – ССV.

Показатели зависимости относительного содержания 2-феноксиэтанола (С) от возраста штрихов (х) для штрихов, выполненных пастой для шариковых ручек сине-фиолетового цвета (темного оттенка), содержащей краситель CV, будет продемонстрирован на рис. 22.

Показатели зависимости относительного содержания

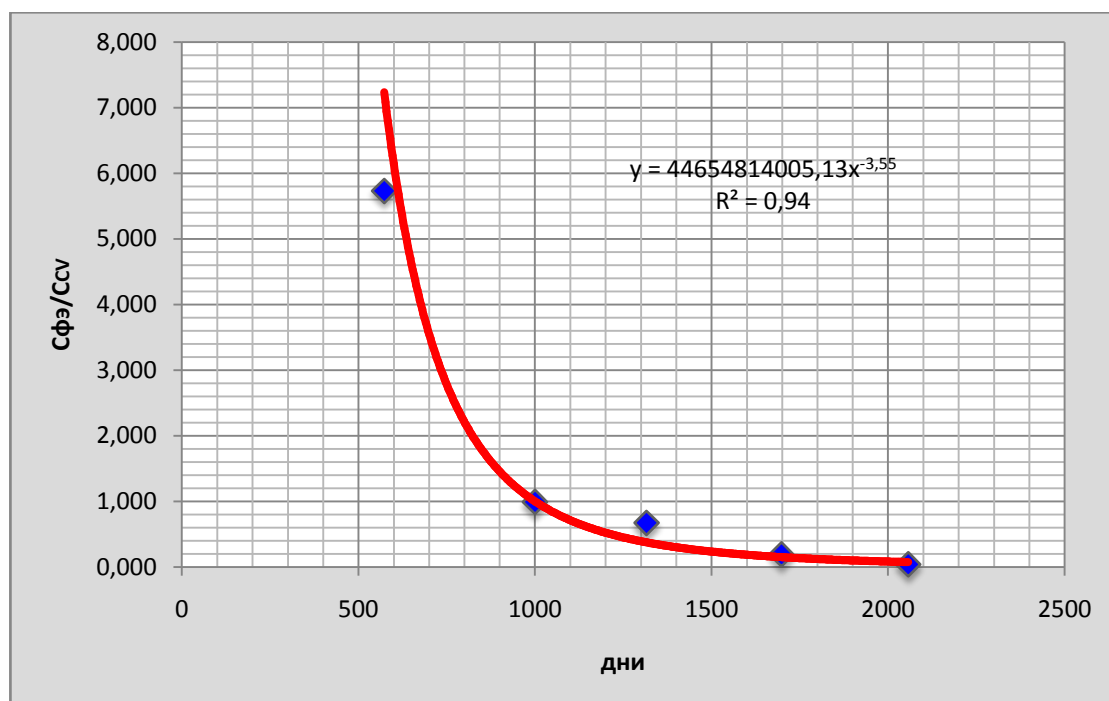


Рис. 22. Зависимость относительного содержания 2-феноксиэтанола (С) от возраста штрихов (х) для штрихов, выполненных пастой для шариковых ручек сине-фиолетового цвета (темного оттенка), содержащей краситель CV

Процесс естественного старения штрихов, имеющих одинаковую конфигурацию, характеризующихся одинаковым распределением красящего вещества в штрихах моделей-аналогов, удовлетворительно описывается уравнением степенной функции:

$$C = 4,4 \cdot 10^{10} x^{-3,55},$$

где х – возраст штриха; С – относительное содержание растворителя 2-феноксиэтанола в штрихе. Коэффициент корреляции 0,94.

Также формируется таблица по относительному содержанию растворителя в штрихе, например табл. 3.

Таблица 3. Относительное содержание растворителя в штрихе (паста для шариковых ручек сине-фиолетового цвета светлого оттенка)

№	Образцы сравнения	Концентрация ФЭ	Концентрация CV	Относительное содержание растворителя в штрихе $C_{ФЭ}/C_{CV}$
		(С, мкг/мл)	(С, мкг/мл)	
Определение Арбитражного суда Новосибирской области от 05.12.2016 г.				
1	Проба-вырезка из штрихов рукописного текста	0,104	0,331	0,314
Определение Центрального районного суда г. Новосибирска от 24.04.2018 г.				
2	Проба-вырезка из штрихов рукописного текста	1,970	0,351	5,606
Определение Александровского районного суда Томской области от 28.07.2017 г.				
3	Проба-вырезка из штрихов рукописного текста	0,625	0,351	1,777
Письмо начальнику УЭБ и ПК ГУ МВД России по Новосибирской области полковнику полиции В. А. Вялкову от СУ СК России по Новосибирской области, Следственное управление по Новосибирской области от 16.09.2015 № 650-201/2-89-2013/346902				
4	Проба-вырезка из штрихов подписи	0,035	0,466	0,075

Показатели зависимости относительного содержания 2-феноксизанола (С) от возраста штрихов (х) для штрихов, выполненных пастой для шариковых ручек сине-фиолетового цвета

(светлого оттенка), содержащей краситель CV, будет продемонстрирован на рис. 23.

Показатели зависимости относительного содержания

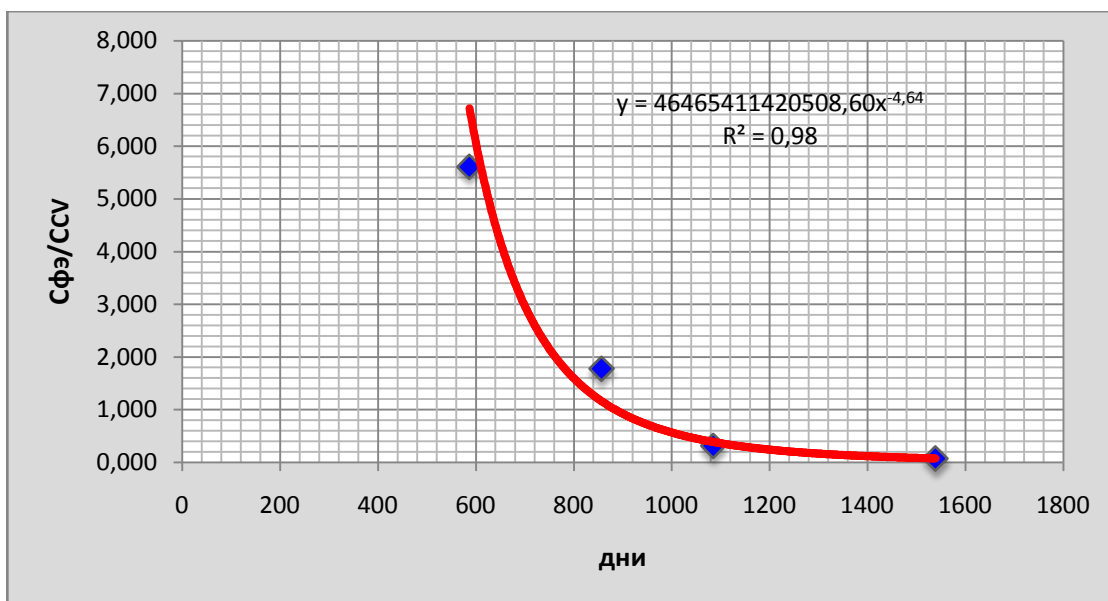


Рис. 23. Зависимость относительного содержания 2-феноксизанола (С) от возраста штрихов (х) для штрихов, выполненных пастой для шариковых ручек сине-фиолетового цвета (светлого оттенка), содержащей краситель CV

Процесс естественного старения штрихов, имеющих одинаковую конфигурацию, характеризующихся одинаковым распределением красящего вещества в штрихах моделей-аналогов, удовлетворительно описывается уравнением степенной функции:

$$C = 4,6 \cdot 10^{13} x^{-4,64},$$

где x – возраст штриха; C – относительное содержание растворителя 2-феноксизанола в штрихе. Коэффициент корреляции 0,98.

Далее переходим к синтезу результатов анализа.

Синтез результатов анализа

Возраст оценивают путем сравнения характеристик относительного содержания растворителя в исследуемых штрихах с аналогичными характеристиками штрихов-моделей в проверяемом временном интервале (табл. 4).

Таблица 4. Синтез результатов анализа

№	Исследуемый документ	Концентрация ФЭ	Концентрация CV	Относительное содержание растворителя в штрихе	Возраст ис- следуемых штрихов
		(С, мкг/мл)	(С, мкг/мл)	(С _{ФЭ} /С _{CV})	(х, дни)
Договор купли-продажи от 10.07.2017 г.					
1	Проба-вырезка из штрихов подписи от имени С. А. Агафонова	0,885	0,529	1,674	865
2	Проба-вырезка из штрихов расшифровки подписи от имени С. А. Агафонова	0,668	0,372	1,794	848
3	Проба-вырезка из штрихов подписи от имени С. Г. Цыплиной	0,755	0,487	1,550	884
4	Проба-вырезка из штрихов расшифровки подписи от имени С. Г. Цыплиной	0,928	0,549	1,690	863

Далее делаются предварительные выводы. Например: на основании результатов проведенного исследования подписей и оценки в соответствии со статистическими данными о характере изменения относительного содержания летучих растворителей и красителей в штрихах исследуемых реквизитов в проверяемом временном интервале можно сделать вывод о том, что относительное содержание растворителя, приходящегося на массу красящего вещества в штрихе, в пробах-вырезках из штрихов подписи и расшифровки подписи от имени С. А. Агафонова из договора купли-продажи от 10.07.2017 г. соответствует возрасту 848–865 дням на момент проведения исследования (на 02.12.2019). Договор, датированный 10 июля 2017 г., в пересчете на дни соответствует 875 дням на момент проведения исследования. Таким образом, можно сделать вывод о соответствии времени нанесения подписи и расшифровки подписи от имени С. А. Агафонова в договоре от 10.07.2017 г.

Время нанесения подписи и расшифровки подписи от имени С. А. Агафонова в договоре купли-продажи от 10.07.2017 г. с учетом корреляции результатов исследования соответствует периоду июль – август 2017 года.

Далее делаются итоговые выводы о соответствии или несоответствии дате, указанной в документе.

Предложенный метод (способ) исследования (занимает 1–3 рабочих дней) по определению содержания в штрихах летучих растворителей путем спектрофотометрии с применением оптико-спектрального измерительного комплекса способен существенно повысить эффективность экспертной деятельности в рамках производства технико-криминалистического исследования.

Библиографические ссылки

1. Письмо от 30.10.2014 № 37/4-А-16 Экспертно-криминалистический центр (ЭКЦ МВД России)

ФГКУ МВД РФ (в адрес Судебной экспертно-криминалистической лаборатории при УК «НСК-Капитал»). URL: <http://uk-nsk-lab.ru/ru/officialnyedokumenty-iz-minust-i-ekc-mvd>.

2. Тросман Э. А., Черткова Т. Б. Определение давности выполнения реквизитов в документах по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей : методические рекомендации. М. : ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России, 2015. 25 с.

3. Методика «Определение давности выполнения реквизитов в документах по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей» / Э. А. Тросман, Г. С. Бежанишвили, Н. А. Батыгина, Н. М. Архангельская, Р. А. Юрова // Теория и практика судебной экспертизы. 2013. № 2 (30). С. 80–88.

4. Allaberganov A. A., Kataev M. Yu. Methodology for obtaining textual information from images and its analysis // Journal of Physics: Conference Series, Vol. 1488, International Scientific Conference on Electronic Devices and Control Systems (EDCS 2019), 20-22 November 2019, Tomsk, Russia. DOI: 10.1088/1742-6596/1488/1/012014.

5. Аллаберганов А. А., Катаев М. Ю. Многофункциональный исследовательский комплекс решения задач анализа текстовой информации // Электронные средства и системы управления : материалы докладов международной научно-практической конференции. Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2018. Часть 1. С. 227–228.

6. Аллаберганов А. А., Катаев М. Ю. Содержание и вид унифицированного заключения экспертизы // Пробелы в российском законодательстве. 2020. № 1. С. 226–230.

7. Аллаберганов А. А., Катаев М. Ю. Метод получения цифрового двойника бумажного носителя // Право и практика. 2020. № 1. С. 80–85.

8. Аллаберганов А. А. Криминалистический многофункциональный видеомикроскопический спектральный комплекс. Методика решения задач распознавания и анализа текстовой информации из цифровой формы // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Экономика и право». 2020. № 1. С. 89–96.

9. Черткова Т. Б., Тросман Э. А. Современные возможности судебно-технической экспертизы до-

кументов // Теория и практика судебной экспертизы. 2006. № 2 (2). С. 80–88.

10. Патент на изобретение № 2899042 Российская Федерация. Способ определения давности выполнения реквизитов в документах по относительному содержанию в их штрихах летучих растворителей : заявл. 30.06.2009 : опубл. 10.09.2010 / Тросман Э. А., Бежанишвили Г. С., Батыгина Н. А.

References

1. The letter dated 30.10.2014 No. 37/4-A-16 forensic center (ЕКC MIA) FGKU the Ministry of internal Affairs of the Russian Federation (the address of Judicial Forensic laboratory at the UK "NSK-Capital"). Available at: <http://uk-nsk-lab.ru/ru/oficialnye-dokumenty-iz-minust-i-ekc-mvd>.

2. Trosman E.A., & Chertkova T.B. (2015). *Opre-delenie давности выполнения реквизитов в документakh по отнositel'nomu sodержaniyu v shtrikhakh letuchikh rastvoriteley: metodicheskie rekomendatsii* [Determination of the age of execution of requisites in documents by the relative content of volatile solvents in strokes: guidelines]. Moscow: FBU RFTsSE under the Ministry of Justice of Russia (in Russian).

3. Trosman E.A., Bezhanishvili G.S., Batygina N. A., Arkhangelskaya N. M., & Yurova R.A. (2013). Determination of the age of the execution of requisites in documents by the relative content of volatile solvents in strokes. *Teoriya i praktika sudebnoy ekspertizy*, 2(30), 80-88.

4. Allaberganov A.A., & Kataev M.Yu. (2019). Methodology for obtaining textual information from images and its analysis. In *Journal of Physics: Confer-*

ence Series, Vol. 1488, International Scientific Conference on Electronic Devices and Control Systems (EDCS 2019), 20-22 November, Tomsk, Russia. DOI: 10.1088/1742-6596/1488/1/012014.

5. Allaberganov A.A., & Kataev M.Yu. (2018). Multifunctional research complex for solving problems of analysis of text information. In *Elektronnyye sredstva i sistemy upravleniya. Materialy dokladov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Electronic tools and control systems. Materials of reports of the international scientific and practical conference] (part 1, pp. 227-228). Tomsk: Tomskiy gosudarstvennyy universitet sistem upravleniya i radioelektroniki (in Russ.).

6. Allaberganov A.A., & Kataev M.Yu. (2020). Content and type of the unified expert opinion. *Probely v rossiyskom zakonodatel'stve*, 1, 226-230.

7. Allaberganov A.A., & Kataev M.Yu. (2020). The method of obtaining a digital double of a paper carrier. *Pravo i praktika*, 1, 80-85.

8. Allaberganov A.A. (2020). Forensic multifunctional video microscopic spectral complex. Methodology for solving problems of recognition and analysis of text information from digital form. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya «Ekonomika i pravo»*, 1, 89-96.

9. Chertkova T.B., & Trosman E.A. (2006). Modern possibilities of forensic technical examination of documents. *Teoriya i praktika sudebnoy ekspertizy*, 2 (2), 80-88.

10. Patent for invention No. 2899042 dated 06/30/2009: "A method for determining the prescription of the execution of requisites in documents by the relative content of volatile solvents in their strokes", authors: Trosman E.A., Bezhanishvili G.S., Batygina N.A.

Spectrophotometry as a Method for Determining the Age of Applying Letter (Document) Details by the Relative Content in Volatile Solvent Strokes

A. A. Allaberganov, Post-graduate, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Russia; Baikal State University, Irkutsk, Russia; Forensic Laboratory at NSK-Capital, Novosibirsk, Russia

M. Yu. Kataev, DSc in Engineering, Professor, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Scientific Director of the Center for Earth observation from satellite, head of the laboratory "Image Processing", Tomsk, Russia

A method has been developed for determining the age of applying letter details (in the document) by the relative content of volatile solvents in strokes by spectrophotometry using an optical-spectral measuring complex. At the same time, in the spectrum zones, the optimal way (method) of algorithmic implementation can be identified to determine the content of volatile solvents, depending on the type of their characteristics of the object and their parts. The study is carried out on a spectrophotometer based on the generated sample preparations with obtaining spectrograms for the content of volatile components by PE Solvents (2-Phenoxyethanol) and CV Dyes (Crystal Violet), determination by the relative content of volatile solvents in strokes, identifying (investigating) the quantitative and qualitative characteristics. Applying this research technique (method) and implementation algorithms, you can get effective results and at the same time shorten the research and recognition period of the research object. The proposed research technique (method) for determining the content of volatile solvents in the strokes by spectrophotometry with the use of an optical-spectral measuring complex (a study with superposition of spectral zones on top of each other) can significantly increase the efficiency of expert activities in the framework of carrying out the technical and forensic research.

Keywords: spectrophotometry, spectral zones, prescription of document production, examination, fake, optical-spectral measurements.

Получено: 08.12.2020