

Научная статья

УДК: 343.983.4; 343.148.7

DOI: 10.55001/2587-9820.2024.64.56.012

ИЗУЧЕНИЕ ДИФФУЗИИ ВЫСОКОКИПЯЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ МЕЖДУ РЕКВИЗИТАМИ ДОКУМЕНТОВ, КОНТАКТИРУЮЩИХ ПРИ СОВМЕСТНОМ ХРАНЕНИИ

Сергей Евгеньевич Лебеде¹, Елена Александровна Морозова², Юрий Сергеевич Решетов³

¹Восточно-Сибирский институт МВД России, г. Иркутск, Российская Федерация, lebedenko@list.ru

²Бийский технологический институт (филиал) АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Бийск, Российская Федерация, alenkamz@mail.ru

³Бюро экспертиз «Решение», г. Бийск, Российская Федерация, my.graphology@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние диффузии наиболее распространенных высококипящих органических растворителей, входящих в состав паст шариковых ручек и гелевых чернил, при хранении документов с рукописными реквизитами в условиях непосредственного контакта на содержание таких растворителей в штрихах указанных реквизитов. В результате проведенных экспериментов показано, что при контактном хранении документов с рукописными реквизитами, имеющими различную давность выполнения, происходит увеличение содержания высококипящих органических растворителей в бумаге и в штрихах реквизитов более «старых» документов. При этом в отдельных случаях рост содержания растворителей в штрихах реквизитов оказывается более существенным, чем в бумаге, что может повлечь искажение результатов экспертных исследований по установлению давности выполнения документов с использованием методик, основанных на определении изменения относительного содержания высококипящих органических растворителей.

Ключевые слова: документы, красящие материалы, 2-феноксиэтанол, глицерин, газожидкостная хроматография, диффузия

Для цитирования: Лебеде¹, Морозова, Е.А., Решетов, Ю.С. Изучение диффузии высококипящих органических растворителей между реквизитами документов, контактирующих при совместном хранении // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра : сб. науч. тр. Иркутск : Восточно-Сибирский институт МВД России. 2024. Т. 31. № 3. С. 119–130. DOI: 10.55001/2587-9820.2024.64.56.012

EXPLORING THE DIFFUSION OF HIGH-BOILING ORGANIC SOLVENTS BETWEEN THE REQUISITES OF DOCUMENTS IN CONTACT DURING JOINT STORAGE

Sergey E. Lebedenko¹, Elena A. Morozova², Yuri S. Reshetov³

¹East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Irkutsk, Russian Federation, lebedenko@list.ru

²Biysk Institute of Technology (branch) AltSTU named after I.I. Polzunov, Biysk, Russian Federation, alenkamz@mail.ru

³Bureau of forensic examination «Solution», Biysk, Russian Federation, my.graphology@yandex.ru

Abstract. The article examines the effect of diffusion of the most common high-boiling organic solvents, which are part of ballpoint pen pastes and gel inks, when storing documents with handwritten requisites in conditions of direct contact on the amount of such solvents in the strokes of these requisites. As a result of the experiments conducted, it was shown that during the contact storage of documents with handwritten requisites having different expiration dates, there is an increase in the amount of high-boiling organic solvents in paper and in the strokes of the requisites of more "old" documents. At the same time, in some cases, the increase in the solvent amount in the strokes of the requisites turns out to be more significant than in the paper, which may lead to distortion of the results of expert studies to establish the prescription of documents using techniques based on determining changes in the relative amount of high-boiling organic solvents in the strokes.

Keywords: documents, coloring materials, 2-phenoxyethanol, glycerin, gas-liquid chromatography, diffusion

For citation: Lebedenko, S.E., Morozova, E.A., Reshetov, Y.S. Izuchenie diffuzii vysokokipyashchih organicheskikh rastvoritelej mezhdru rekvizitami dokumentov, kontaktiruyushchih pri sovmestnom hranenii [Exploring the diffusion of high-boiling organic solvents between the requisites of documents in contact during joint storage]. Kriminalistika: vchera, segodnya, zavtra = Forensics: yesterday, today, tomorrow. 2024, vol. 31 no. 3, pp. 119–130 (in Russ.). DOI: 10.55001/2587-9820.2024.64.56.012

Введение

По мере развития цифровых технологий электронный документооборот все в большей степени заменяет документооборот бумажный. Однако, последний все еще не теряет своей актуальности в различных отраслях государственной деятельности и бизнеса. Документы на бумажных носителях являются важным и незаменимым способом передачи и хранения информации для фиксации правовых отношений, финансовых обязательств и т.д. На наш взгляд, наиболее важное значение бумажные документы приобретают в различных отраслях судопроизводства, зачастую являясь значимыми вещественными доказательствами [1, с. 123].

Одной из основных причин сохранения такого положения дел является необходимость соблюдения юридических норм, регламентирующих требования к определенным видам документов, которые могут потребоваться в судебных или аудиторских процедурах. Также некоторые

организации и компании обязаны сохранять бумажные копии документов в качестве дополнительного источника архивной информации, чтобы обеспечить долгосрочное хранение и защиту данных. Более того, бумажные документы могут быть более удобными и практичными для определенных случаев, так как их подписание, хранение и использование не требует применения специального оборудования, ключей и сертификатов электронных подписей [2, с. 21-22].

Вместе с тем, бумажные документы обладают рядом недостатков по сравнению с электронными. Одним из них является отсутствие простого и доступного инструмента верификации даты составления документа без использования сведений, указанных в его содержании. Для осуществления такой верификации на практике прибегают к экспертным исследованиям по установлению давности выполнения отдельных реквизитов документа.

Следует отметить, что в настоящее время в системе экспертно-криминалистических подразделений органов внутренних дел отсутствуют рекомендованные к практическому применению методики определения абсолютной давности выполнения документов или их отдельных реквизитов. Среди государственных судебно-экспертных учреждений такую методику имеют только экспертные учреждения Минюста России [3, с. 81] (далее – Методика). Ее сущность состоит в определении относительного содержания высококипящих органических растворителей в красящих материалах штрихов реквизитов спорных документов, уменьшение которого описывается степенной зависимостью. Несмотря на имеющиеся недостатки, отмеченные в научной литературе [4, с. 238; 5, с. 80], Методика представляется в большей степени научно обоснованной, чем иные, разработанные и применяемые в негосударственных экспертных организациях [5, с. 80-81; 6, с. 52-53; 7, с. 93-96]. Одним из слабых мест Методики является модель темнового старения документа при комнатной температуре, которая не учитывает взаимное влияние реквизитов различных документов при их контактном, неизолированном хранении.

Основная часть

Документы в бумажном документообороте могут физически находиться среди множества других документов, вследствие чего неизбежно происходит взаимная диффузия летучих компонентов, в том числе и высококипящих органических растворителей, входящих в состав реквизитов этих документов. В результате протекания таких процессов возникают искажения в определяемых характеристиках содержания летучих растворителей в штрихах реквизитов исследуемых документов.

Уменьшение содержания растворителей в красящих материалах штрихов происходит в результате одновременного протекания нескольких процессов. Растворители из штрихов диффундируют в толщу бумаги и вдоль волокон целлюлозы по поверхности бумаги, но наибольший вклад вносит процесс испарения растворителей с поверхности штрихов [8, с. 391]. При этом, если документы хранятся в условиях непосредственного контакта между собой, может происходить диффузия молекул растворителя из штрихов на прилегающие поверхности листов бумаги и адсорбироваться на них [9, с. 59].

Для выявления закономерностей диффузии растворителей между листами документов, содержащими рукописные реквизиты, исследованию подвергались шестнадцать документов с достоверно известными датами их создания, давность выполнения документов на момент начала исследования составляла от трех до пяти лет. Все документы имели рукописные реквизиты в виде подписей, выполненных шариковыми ручками. До начала исследования все документы хранились без воздействия прямых солнечных лучей и повышенных температур. Исследование проводили в соответствии с Методикой [3].

Содержание летучих компонентов в штрихах подписей определяли методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ) с использованием термодесорбции летучих компонентов. Для этого из исследуемых подписей при помощи скальпеля производили вырезки штрихов, не перекрывающихся с другими реквизитами документов и обладающих равномерным распределением красящего материала, размером 10x1 мм каждая. Вырезки были пронумерованы от 1 до 16. После анализа штриха подписи

каждого документа проводили анализ вырезки из свободного от иных реквизитов участка бумаги этого документа, расположенного на расстоянии не менее 10 сантиметров от исследуемого реквизита для учета возможного содержания растворителей в бумаге документа.

Анализ методом ГЖХ проводился при следующих условиях:

– хроматограф «Хроматэк-Кристалл 5000.2» (ЗАО СКБ «Хроматэк», Россия);

– колонка кварцевая, капиллярная НР-1 (длина колонки 30 м, диаметр 0,53 мм, толщина неподвижной фазы 1,5 мкм);

– неподвижная фаза – 100% метилполисилоксан;

– детектор – пламенно-ионизационный;

– температура детектора – 300 °С;

– температура испарителя – 200 °С;

– температурный режим колонки: 55 °С (с выдержкой 5 минут) – 280 °С (с выдержкой 4,77 минуты), скорость подъема температуры 22 градуса в минуту;

– газ-носитель – азот;

– скорость потока газа-носителя через колонку – 10 мл/мин;

– деление потока – 1:1 (с задержкой потока 1 мин);

– время анализа – 20 минут;

– система обработки данных: «Хроматэк Аналитик 3.1».

Отличие параметров хроматографирования от рекомендованных в Методике [3, с. 83-84] обосновано реализацией практического опыта по эксплуатации газового хроматографа «Кристалл-5000.2», накопленного

сотрудниками фирмы-производителя хроматографа – ЗАО СКБ «Хроматэк» и авторами настоящей статьи. Хроматографирование в указанных условиях позволяет добиться лучшего разрешения и больших значений высот хроматографических пиков по сравнению с рекомендованными в Методике.

Исследуемые вырезки вводили в испаритель газового хроматографа с помощью дозатора твердых проб. Для осуществления термодесорбции летучих компонентов вырезки выдерживали в испарителе хроматографа в течение 1 минуты.

До начала исследования было проведено хроматографирование стандартных образцов 2-феноксиэтанола (2-ФЭ) и глицерина (ГЛ) – наиболее распространенных высококипящих органических растворителей, входящих в состав соответственно паст шариковых ручек и гелевых чернил. Времена удерживания указанных компонентов составили $7,7 \pm 0,1$ мин в случае глицерина и $10,1 \pm 0,1$ мин в случае 2-феноксиэтанола.

В результате первичного газохроматографического исследования на хроматограммах продуктов термодесорбции всех исследуемых проб были выявлены пики летучего компонента с временем удерживания $10,1 \pm 0,1$ мин, что свидетельствует о наличии в красящих материалах штрихов 2-феноксиэтанола. Кроме того, для образцов 1-6 фиксировали высоты хроматографических пиков вещества со временем удерживания $7,7 \pm 0,1$ мин для определения наличия или отсутствия в их составе глицерина (рис. 1).

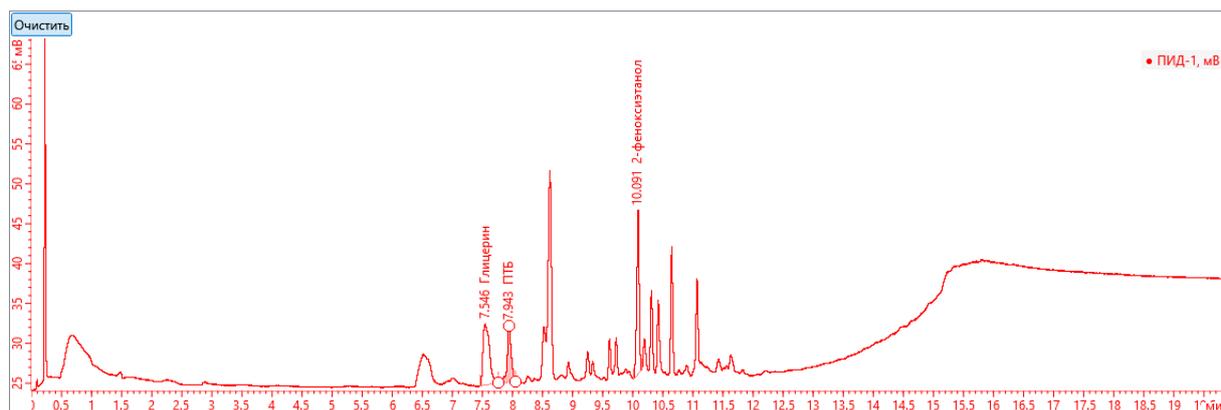


Рисунок 1. Хроматограмма продуктов термодесорбции вырезки 1. Надписями обозначены хроматографические пики глицерина, продукта термодесорбции бумаги и 2-феноксиэтанола с указанием их высот

Расчётную высоту пиков глицерина и 2-феноксиэтанола рассчитывали по формуле, приведенной в Методике [3, с. 85]:

$$h_p = h_{iш} - \Delta h, \quad (1)$$

где $\Delta h = h_{i6} * h_{6ш} / h_6$; $h_{iш}$ – высота пика растворителя на хроматограмме штриха; h_{i6} – высота пика с тем же временем удерживания, что и $h_{iш}$ на хроматограмме вырезки из свободного участка бумаги; $h_{6ш}$ – высота пика продукта термодесорбции бумаги на хроматограмме штриха; h_6 – высота пика с тем же временем удерживания, что и $h_{6ш}$ продукта термодесорбции бумаги на хроматограмме вырезки из свободного участка бумаги.

После чего рассчитывали относительное содержание растворителя, которое определялось как отношение расчетной высоты соответствующего хроматографического пика к площади штриха [3, с. 86] по формуле:

$$C = h_p / S,$$

где h_p – расчетная высота пика растворителя; S – площадь штриха.

За площадь штриха принималось количество пикселей в изображении штриха, полученного путем предшествующего хроматографическому исследованию сканирования вырезки с

разрешением 600 точек на дюйм с помощью цветного планшетного сканера «Epson Perfection V330 Photo». Подсчет количества пикселей производился с использованием программного обеспечения «Adobe Photoshop CS2» [10, с. 91-92].

Результаты проведенных расчетов приведены в таблице №1. Как следует из полученных данных, содержание 2-феноксиэтанола в исследуемых образцах невелико и характерно для материалов письма, находящихся во второй стадии старения [11, с. 120].

Ожидаемо низким оказалось и содержание глицерина, так как этот растворитель практически не применяется для изготовления паст шариковых ручек. Наиболее часто он встречается в составе таких красящих материалов, как чернила гелевых ручек и штемпельные краски. Для образцов 5 и 6 расчетные высоты пиков глицерина имеют отрицательные значения, из чего следует, что содержание глицерина в бумаге этих документов на момент исследования было выше, чем в штрихах исследуемых рукописных реквизитов.

После первичного газохроматографического исследования каждый

документ-образец помещался между двумя специально подготовленными листами бумаги. Подготовка листов заключалась в нанесении на них параллельных штрихов, имитирующих рукописный текст. Для нанесения штрихов на листы, между которыми помещали документы 1–6, использовали гелевую ручку «Regina M-5526-70» с толщиной линии письма 0,5 мм, для подготовки остальных листов – шариковая ручка «STABILO Liner 808 F», с толщиной линии письма 0,38 мм. Предварительно вырезки штрихов, выполненных этими ручками, подвергали газохроматографическому

исследованию в указанных выше условиях, в результате которого было установлено, что в составе чернил ручки «Regina M-5526-70» содержится глицерин, в составе пасты ручки «STABILO Liner 808 F» содержится 2-феноксиэтанол. Образцы выдерживали между подготовленными листами 14 дней в условиях темного сейфового хранения.

Таблица № 1.

Относительное содержание 2-феноксиэтанола в образцах 1-16 и глицерина в образцах 1-6 на момент первичного исследования

№ образца	Площадь штриха, пикс.	Расчётная высота пика 2-ФЭ (h _p), мВ	Относительное содержание 2-ФЭ (C _{2-ФЭ})	Расчётная высота пика ГЛ (h _p), мВ	Относительное содержание ГЛ (C _{ГЛ})
1	1755	14,8603	0,0085	3,8074	0,0022
2	1551	9,4044	0,0061	0,4653	0,0003
3	1687	8,8106	0,0052	0,1101	6,5*10 ⁻⁰⁵
4	1489	15,1062	0,0101	0,0755	5,1*10 ⁻⁰⁵
5	1909	0,5383	0,0003	-0,4261	-
6	1558	4,7902	0,0031	-5,2468	-
7	1220	12,8122	0,0105		
8	2292	30,8655	0,0135		
9	2222	27,7835	0,0125		
10	1261	13,4682	0,0107		
11	1531	3,7591	0,0025		
12	1737	23,4883	0,0135		
13	2286	37,6179	0,0165		
14	1740	8,0009	0,0046		
15	2050	32,9153	0,0161		
16	1512	26,9402	0,0178		

После экспериментального хранения были выполнены вырезки из рукописных реквизитов документов и их газохроматографическое исследование в описанных ранее условиях,

результаты которого приведены в таблице № 2.

Как следует из полученных данных, во время нахождения документов в контакте с подготовленными листами бумаги произошла диффу-

зия высококипящих органических растворителей из красящих материалов более свежих штрихов на поверхности исследуемых документов. При этом глицерин (образцы 1-6) адсорбировался в большей степени на бумаге документов, а не на штрихах имеющих на них реквизитов, за исключением образцов 2 и 5, так как вклад компоненты Δh в формуле (1), использующейся в качестве меры содержания определяемого растворителя в бумаге документа, оказался больше, чем высота хроматографического пика того же растворителя, вследствие чего расчетные высоты пиков глицерина для образцов 1, 3, 4, 6 приобрели отрицательные значения. Очевидно, что компоненты красящих материалов образцов 1, 3, 4, 6 слабо сольватируются глицерином, тогда как целлюлоза может образо-

вывать с глицерином водородные связи [12, с. 18] вследствие чего глицерин в общем случае адсорбируется на бумаге документов в большей степени, чем на реквизитах, выполненных пастами шариковых ручек. Слабая сольватация компонентов материалов письма в штрихах реквизитов исследуемых документов может быть объяснена достижением высокой степени полимеризации связующего в указанных материалах, а также малой растворимостью компонентов паст шариковых ручек в глицерине, так как последний, как указывалось ранее, практически не применяется в качестве растворителя в таких материалах письма.

Таблица № 2.

Относительное содержание 2-феноксиэтанола в образцах 1-16 и глицерина в образцах 1-6 после выдержки в контакте исследования

№ образца	Площадь штриха, пикс.	Расчётная высота пика 2-ФЭ (h_p), мВ	Относительное содержание 2-ФЭ ($C_{2-ФЭ}$)	Расчётная высота пика ГЛ (h_p), мВ	Относительное содержание ГЛ ($C_{ГЛ}$)
1	1702			-0,8141	-
2	2540			8,9095	0,0035
3	1645			-10,2650	-
4	1403			-12,3341	-
5	1622			5,9596	0,0037
6	1720			-3,3765	-
7	880	17,6097	0,0200		
8	2570	59,0278	0,0230		
9	1800	35,0615	0,0195		
10	1302	19,4958	0,0150		
11	1457	21,1637	0,0145		
12	1225	11,3591	0,0093		
13	1795	19,0111	0,0106		
14	1655	14,7900	0,0089		
15	1973	31,5952	0,0160		
16	1490	30,0947	0,0202		

Однако, эта закономерность была нарушена в случае образцов 2 и 6, повышение относительного содержания глицерина в реквизитах которых после экспериментального хранения оказалось более чем десятикратным (см. табл. № 4). Вероятно, процесс полимеризации связующего в этих штрихах на момент проведения исследования не был завершен.

Как следует из сравнения результатов двух проведенных исследований (см. табл. № 4), содержание 2-феноксиэтанола в бумаге документов 7-16 также повысилось, что привело к снижению его относительного содержания в штрихах реквизитов документов 12, 13, 15. Но в то же время, относительное содержание 2-феноксиэтанола в штрихах реквизитов остальных документов заметно возросло на десятки процентов, для

образца 11 это увеличение оказалось практически шестикратным.

Таким образом, совместное контактное хранение документов, имеющих реквизиты, выполненные красящими материалами с содержанием высококипящих органических растворителей (чернилами, пастами шариковых ручек, штемпельными красками и т.д.) приводит к диффузии таких растворителей как в бумагу контактирующих документов, так и в штрихи имеющихся на них реквизитов. При этом в общем случае содержание растворителя в штрихах реквизитов оказывается выше, чем в бумаге, если такой растворитель уже содержится в составе красящего материала штрихов.

Таблица № 4

Сопоставление значений относительного содержания органических растворителей в штрихах реквизитов исследуемых документов до и после экспериментального хранения

№ образца	Первоначальное исследование	Повторное исследование	
	Относительное содержание ГЛ		ΔC _{гл} , %
1	0,0022	-	-
2	0,0003	0,0035	1066,667
3	6,5*10 ⁻⁰⁵	-	-
4	5,1*10 ⁻⁰⁵	-	-
5	-	0,0037	-
6	-	-	-
	Относительное содержание 2-ФЭ		ΔC _{2-фэ} , %
7	0,0105	0,0200	90,548
8	0,0135	0,0230	70,555
9	0,0125	0,0195	55,781
10	0,0107	0,0150	40,196
11	0,0025	0,0145	491,589
12	0,0135	0,0093	-31,427
13	0,0165	0,0106	-35,639
14	0,0046	0,0089	94,349
15	0,0161	0,0160	-0,264
16	0,0178	0,0202	13,358

Выводы и заключение

Результаты проведенного исследования позволяют утверждать, что Методика, применяемая в настоящее время при производстве экспертиз по установлению давности выполнения документов, нуждается в существенной доработке в части учета условий хранения документов, предшествующего экспертному исследованию.

При производстве экспертиз, основывающихся на определении остаточного содержания высококипящих органических растворителей в штрихах реквизитов документов, экспертам необходимо обращать внимание на случаи обнаружения высокого содержания растворителей в бумаге документов. Такие факты могут указывать на хранение спорных документов в непосредственном контакте

с иными документами в условиях, отличных от оптимальных для применения Методики, разработанной ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России.

Совместное неизолированное хранение документов наряду с различными видами агрессивного воздействия может быть осуществлено и намеренно для искажения свойств красящих материалов с целью маскировки истинного «возраста» спорного документа.

Результаты проведенного исследования подтверждают, что изоляция бумажных документов друг от друга при хранении является важным условием обеспечения возможности объективной верификации даты их создания экспертным путем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Ляпичев, В. Е., Досова, А. В.* Классификация документов — вещественных доказательств // Вестник Волгоградской академии МВД России : науч.-метод. журн. 2012. №2 (21). С. 123-127.
2. *Асеев, А. А., Макаров, В. В., Наружный, В. Е.* Проблемы и практика использования электронной цифровой подписи // Экономика и бизнес: теория и практика : науч.-практ. журн. 2021. № 1-1(71). С. 20-23.
3. *Тросман, Э. А., Бежанишвили, Г. С., Батыгина, Н. А.* [и др.] Методика «Определение давности выполнения реквизитов в документах по относительному содержанию в штрихах летучих растворителей» // Теория и практика судебной экспертизы : науч.-практ. журн. 2013. № 2(30). С. 80-88.
4. *Иванова, Е. В.* О состоянии методического обеспечения установления абсолютной давности выполнения рукописных реквизитов документов // Вопросы экспертной практики : науч.-практ. журн. 2019. №S1. С. 235-240.
5. *Иванова, Е. В.* Судебная экспертиза материалов документов: вопросы теории и практики // Вестник Московского университета МВД России : науч.-практ. журн. 2023. № 2. С. 78-82.
6. *Жижина, М. В., Данилович В. Б.* Методическое обеспечение проведения экспертного исследования в целях установления давности выполнения реквизитов документов: проблемы экспертной и судебной практики // Теория и практика судебной экспертизы : науч.-практ. журн. 2021. Т. 16, №4. С. 49-56.
7. *Ещенко, А. В.* О недостоверности некоторых заключений экспертов по вопросам о давности (времени) выполнения реквизитов документов // Теория и практика судебной экспертизы : науч.-практ. журн. 2017. Т. 12, № 1. С. 92-97.

8. *El-Sabbah, M. M. B., Goma, A. Z., El-Hefny, D. E., Al-Hawary, A. S.* Dating the ballpoint pen inks using gas chromatography-mass spectrometry technique. *Egyptian Journal of Chemistry*. 2019, Vol. 62 (3). Pp. 385–400.

9. *Тузков, Ю. Б., Кузьмин, В. В., Соловьев, М. Ю.* Изучение возможности определения давности нанесения штрихов, выполненных пастами шариковых ручек, по остаточному содержанию летучих компонентов // *Экспертная практика* : сб. статей. 2010. Вып. 69. С. 54–61.

10. *Муслов, С. А., Зайцева, Н. В., Самосадная, И. Л., Гавриленкова, И. В.* Три способа измерения площади плоских фигур произвольной формы программными методами // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований* : науч.-практ. журн. 2017. № 5-1. С. 89-93.

11. *Weyermann, C.* Mass Spectrometric Investigation of the aging processes of ballpoint ink for the examination of questioned documents. Inaugural dissertation for the degree of Doctor rer. nat. submitted to Justus-Liebig-University Giessen (Faculty of Biology and Chemistry) : Giessen, 2005. 213 p. // *Institutionelle Repositorium der Justus-Liebig-Universität* : Webseite. URL: <https://jlupub.uni-giessen.de/server/api/core/bitstreams/1bef844a-fbdf-450f-977a-c6e478255f3a/content> (date of application 02.07.2024).

12. *Глазков, С. С.* Использование глицерина в качестве модификатора и тестирующего агента для древесины // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы строительного материаловедения* : науч.-практ. журн. 2008. № 1. С. 17-20.

REFERENCES

1. *Lyapichev, V. E., Dosova, A. V.* Klassifikaciya dokumentov — veshchestvennykh dokazatel'stv [Classification of documents – material evidence]. *Vestnik Volgogradskoj akademii MVD Rossii – Vestnik of the Volgograd Academy of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. 2012, no. 2 (21), pp. 123-127. (in Russian).

2. *Aseev, A. A., Makarov, V. V., Naruzhnyj, V. E.* Problemy i praktika ispol'zovaniya ehlektronnoj cifrovoj podpisi [Problems and practice of using an electronic digital signature]. *Ehkonomika i biznes: teoriya i praktika – Economics and business: theory and practice*. 2021, no. 1-1(71), pp. 20-23. (in Russian).

3. *Trosman, E. H. A., Bezhanishvili, G. S., Batygina, N. A.* [i dr.] Metodika «Opredelenie davnosti vypolneniya rekvizitov v dokumentakh po otnositel'nomu sodержaniyu v shtrikhakh letuchikh rastvoriteley» [The methodology "Determining the prescription of the execution of requisites in documents by the relative amount of volatile solvents in strokes"]. *Teoriya i praktika sudebnoj ehkspertizy – Theory and practice of forensic examination*. 2013, no. 2(30). Pp. 80-88. (in Russian).

4. *Ivanova, E. V.* O sostoyanii metodicheskogo obespecheniya ustanovleniya absolyutnoj davnosti vypolneniya rukopisnykh rekvizitov dokumentov [On the state of methodological support for establishing the absolute prescription for the execution of handwritten document requisites]. *Voprosy ehkspertnoj praktiki – Issues of expert practice*. 2019, no. S1, pp. 235-240. (in Russian).

5. *Ivanova, E. V.* Sudebnaya ehkspertiza materialov dokumentov: voprosy teorii i praktiki [Forensic examination of document materials: issues of theory and practice].

Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii – Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2023, no. 2, pp. 78-82. (in Russian).

6. Zhizhina, M. V., Danilovich V. B. Metodicheskoe obespechenie provedeniya ehkspertnogo issledovaniya v celyakh ustanovleniya davnosti vypolneniya rekvizitov dokumentov: problemy ehkspertnoj i sudebnoj praktiki [Methodological support for conducting expert research in order to establish the limitation period for fulfilling the requisites of documents: problems of expert and judicial practice]. Teoriya i praktika sudebnoj ehkspertizy – Theory and practice of forensic examination. 2021, vol. 16, no.4, pp. 49-56. (in Russian).

7. Eshenko, A. V. O nedostovernosti nekotorykh zaklyuchenij ehkspertov po voprosam o davnosti (vremeni) vypolneniya rekvizitov dokumentov [On the unreliability of some expert opinions on the prescription (time) of the execution of the requisites of documents]. Teoriya i praktika sudebnoj ehkspertizy – Theory and practice of forensic examination. 2017, Vol. 12, no. 1. Pp. 92-97. (in Russian).

8. El-Sabbah, M. M. B., Gomaa, A. Z., El-Hefny, D. E., Al-Hawary, A. S. Dating the ballpoint pen inks using gas chromatography-mass spectrometry technique. Egyptian Journal of Chemistry. 2019, vol. 62 (3), pp. 385–400.

9. Tuzkov, YU. B., Kuz'min, V. V., Solov'ev, M. YU. Izuchenie vozmozhnosti opredeleniya davnosti naneseniya shtrikhov, vypolnennykh pastami sharikovykh ruchek, po ostatochnomu sodержaniyu letuchikh komponentov [The study of the possibility of determining the prescription of applying strokes made with ballpoint pen pastes by the residual amount of volatile components]. Ehkspertnaya praktika – Expert practice. 2010, no. 69, pp. 54–61. (in Russian).

10. Muslov, S. A., Zajceva, N. V., Samosadnaya, I. L., Gavrilenkova, I. V. Tri sposoba izmereniya ploshchadi ploskikh figur proizvol'noj formy programmnyimi metodami [Three ways to measure the area of flat shapes of arbitrary shape by software methods]. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanij – International Journal of Applied and Fundamental Research. 2017, no. 5-1, pp. 89-93. (in Russian).

11. Weyermann, C. Mass Spectrometric Investigation of the aging processes of ballpoint ink for the examination of questioned documents. Inaugural dissertation for the degree of Doctor rer. nat. submitted to Justus-Liebig-University Giessen (Faculty of Biology and Chemistry) : Giessen, 2005. 213 p. // Institutionelle Repositorium der Justus-Liebig-Universität : Webseite. URL: <https://jlupub.ub.uni-giessen.de/server/api/core/bitstreams/1bef844a-fbdf-450f-977a-c6e478255f3a/content> (date of application 02.07.2024).

12. Glazkov, S. S. Ispol'zovanie glicerina v kachestve modifikatora i testiruyushchego agenta dlya drevesiny [The use of glycerin as a modifier and testing agent for wood]. Nauchnyj Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Fiziko-khimicheskie problemy stroitel'nogo materialovedeniya – Scientific Vestnik of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Physico-chemical problems of building materials science. 2008, no. 1, pp. 17-20. (in Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лебеде́нко Серге́й Евге́ньевич, кандидат химических наук, доцент кафедры криминалистики. Восточно-Сибирский институт МВД России. 664074, Российская Федерация, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 110.

Морозова Елена Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры химической технологии энергонасыщенных материалов и изделий. Бийский технологический институт (филиал) АлтГТУ им. И.И. Ползунова. 659305, Российская Федерация, г. Бийск, ул. им. Героя Советского Союза Трофимова, 27.

Решетов Юрий Сергеевич, руководитель судебно-экспертного учреждения. Бюро экспертиз «Решение». 659315, Российская Федерация, г. Бийск, ул. Социалистическая, 98.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Sergey E. Lebedenko, candidate of chemical sciences, associate professor of the department of criminalistics. East-Siberian Institute of the MIA of Russia, 110, str. Lermontova, Irkutsk, Russia, 66407.

Elena A. Morozova, candidate of biological sciences, of the department of Chemical Technology of Energy-Intensive Materials and Products. Biysk Institute of Technology (branch) of AltSTU named after I.I. Polzunov, 27, str. named after Hero of the Soviet Union Trofimov, Biysk, Russia, 659305.

Yuri S. Reshetov, head of the forensic institution. Bureau of forensic examination «Solution», 98, str. Sotsialisticheskaya, Biysk, Russia, 659315.